3e Série, t. IX. — 1881. — N° 3.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME NEUVIÈME

Feuilles 10-13 (20 Décembre 1880, 24 Janvier 1881)

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
et chez F. Savy, libraire, boulevard Saint-Germain, 77
1880 a 1881

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.
MAI 1881

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du* 12 *décembre* 1873) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art.* 4 *du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres (*Art.* 12 *du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du* 20 *novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1880-1881

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
8	6	3	7	7	4	9	6
		10			21*		
22	20	24	21	21	25	23	20

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

COUPE 23

Pierre-Pont. — Ponchon.

Calcaire grossier inférieur.	8. Calcaire grossier à Orbitolites normal à faune de Mouchy-le-Châtel, environ	2.00
	7. Sable glauconieux dolomitique à rognons très altéré sans fossiles conservés	2.00
	6. Calcaire sableux glauconieux, en bancs très irrégulièrement endurcis avec *Lunulites*, *Dendropora*, *Echinides*, une zone sableuse blanchâtre à *Echinides* passant au suivant	2.00
	5 Sable glauconieux à fossiles roulés, *N. lœvigata* et *N. planulata* (remaniées); dents de squales, *Eupsammia*, quartz vert à la base	3.00
	Ravinement ondulé.	
Sables de Cuise.	4. Sable jaune peu fossilifère	0.40
	3. Sable jaunâtre à Nummulites blanchâtres	1.10
	2. Sable gris à fossiles variés fragiles	0.60
	1. Sable fauve à gros rognons dolomitiques et siliceux sans fossiles	8 à 10

Nous résumons enfin dans un tableau les altitudes et les épaisseurs qui nous seront nécessaires.

Les points de comparaison de Montmorency et Châtenay n'ont pas besoin de commentaires et la seconde partie a donné les renseignements sur Survilliers.

FORMATIONS	MONTMORENCY			CHATENAY			PLAILLY			SAINT-CHRISTOPHE			RONQUEROLLES		
	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.
Meulières.	168	176	8	180			180	186	6	210					
Sables de Fontenay. . .	108	168	60	150	180	30	147	180	33	186	210	24	170		
Marnes supra gypseuses.	82	108	26	144	150	6	122	147	25	166	186	20	160	170	10
Gypse.	50	82	32	136	144	8	110	122	12	156	166	10?	155	160	5?
Calcaire de Saint-Ouen. .	38	50	12	126	136	10	99	110	11	143	156	13	149	155	6
Sables moyens.	24	38	14	114	126	12	75	99	24	105	143	38	129	149	20
Calcaire grossier				76	114	38				53	105	52	74	129	54
Sables de Cuise.										30	53	23	50	74	24

Les Sables de Bracheux ont un rivage Sud très bien marqué, qui coupe l'axe du soulèvement du Bray à Coye sous un angle de 25° environ, on y suit un cordon littoral indépendamment de tout autre incident; ce cordon vient de la Marne par Dormans, passe un peu au sud de Senlis, et se limite à Chaumontel, Beaumont-sur-Oise, Chambly et Gisors; nous n'en connaissons pas de traces plus au Sud et la mer était partout largement ouverte au Nord. Les sables de Bracheux sont d'ailleurs matériellement visibles comme ayant passé au-dessus du Bray, on les voit en lambeau dans les puits naturels effondrés dans la Craie du Pays de Thelle comme je l'ai indiqué dans la géologie de la voie ferrée de Beaumont à Hermes, etc. (1).

Les lignites du Soissonnais ont une composition identique et des fossiles identiques des deux côtés de l'accident, qu'on les étudie à Sarron, à Abbecourt, à Beaumont ou dans le Vexin, leur horizon se prolonge à grande distance malgré l'étroite limite d'altitude où des dépôts palustres semblables peuvent se former, ce sont positivement là des dépôts horizontaux, qui ne peuvent se former qu'à plat sous une hauteur d'eau très faible et ils sont trop identiques à Chaumont et à Warluis, par exemple, pour n'avoir pas communiqué directement.

Les sables de Cuise occupent les deux côtés du pli. Ils sont fossilifères généralement au Nord et ils cessent de l'être au Sud d'une ligne allant de Creil à Chaumont, ligne exactement Est-Ouest différente de toutes celles vues jusqu'ici. Le sommet de la formation quand il n'est pas fossilifère avec la zone à *Turritella edita* de Visigneux (Watelet), est argileux, c'est un faciès de rivage étendu au Sud qui correspond à une mer au Nord toute oblique à l'accident qui nous occupe et qui ne pouvait pas exister alors.

Le calcaire grossier présente au Nord du Bray comme on l'a vu par la coupe de Ponchon, une identité absolue avec ce qu'on le connaît au Sud du même phénomène il est exactement comparable dans ses détails, et aucun phénomène de comblement ne peut lui être attribué, car il croît de puissance en s'avançant au Nord; nous lui avons reconnu 28 mètres à Méry, 29 mètres à Monsoult, 38 mètres à Châtenay et 52 mètres à Pont-Sainte-Maxence.

Il suffit d'ailleurs de reconnaître qu'il se présente à quelque cent mètres de la craie et au même niveau hypsométrique sur trente mètres de falaise de hauteur sans aucun caractère littoral; on peut se persuader, par ce seul examen, de la postériorité de l'accident qui a ramené la craie au jour.

A l'époque des sables moyens, la question peut paraître d'abord

(1) *Bull. Soc. Géol.*, t. IX, p. 92, 1880.

plus délicate, car il y a autant d'étendues que de zones dans ces sables.

La zone à *Nummulites variolaria* forme une bande qui se limite successivement au Nord à Valmondois, à Montsoult, à Survilliers, à l'Ouest de Montepilloy, coupant encore l'accident sous un angle particulier et sans qu'aucun phénomène soit commun aux deux observations. Les sables moyens sont de plus en plus épais en s'avançant au nord : de 14 mètres qu'ils ont à Montmorency, ils ont 24 mètres à Survilliers, et 38 au moins à Saint-Christophe ; la mer était donc largement ouverte au delà des obstacles au Nord.

Le calcaire de Saint-Ouen croît aussi d'épaisseur au nord ; il a 9 mètres à Méry, 10 mètres à Montsoult, 12 à 13 mètres à Survilliers, et autant, sinon davantage, à Saint-Christophe.

Le gypse présente des caractères de puissance tout spéciaux qu'on pourrait d'abord croire favorables au remplissage d'une dépression. Son épaisseur est bien plus forte à Paris qu'au Nord, mais on peut observer que cette épaisseur inusitée décroît aussitôt qu'on s'éloigne de Paris et qu'elle est réduite déjà entre Montmartre et Argenteuil, puis d'Argenteuil à Méry ; entre Méry et Montsoult, la différence est très grande par suite de la disparition des masses inférieures et l'amincissement graduel de la haute masse, mais il semble qu'une fois la puissance de la haute masse réglée à 10 mètres elle conserve cette même épaisseur sur de grandes distances ; 8 mètres seraient un minimum à Châtenay. Depuis Neuvillebosc jusqu'à Meaux, nous conserverions une épaisseur de 10 à 12 mètres de masse suffisamment réglée ; dans l'autre sens, entre Saint-Martin-du-Tertre, Survilliers, Saint-Christophe, les parties visibles à la limite d'observation ont cette même importance ; le lac du gypse n'a rempli de dénivellations qu'à Paris, dénivellations qui ne sont d'ailleurs qu'une compensation, puisque les couches inférieures comme : sables moyens, calcaire grossier, et sables de Cuise, sont moins puissantes ou rudimentaires à Paris, relativement à ce qu'elles sont au Nord.

Si nous passons aux marnes supra-gypseuses, nous verrons qu'elles forment l'un des arguments les plus décisifs de notre thèse ; leur étendue et leur constance dans leurs détails depuis Paris jusqu'à l'Aisne sont extrêmes, les animaux qu'elles renferment sont potamides et, comme ceux des lignites, ont vécu sur un sol horizontal dans des limites extrêmement étroites d'altitude, sur un sol plat, essentiellement plat ; les grandes différences de niveau où ces couches sont aujourd'hui sont donc zoologiquement postérieures.

Restent les sables supérieurs qui, malgré leur puissance au Nord qui ne permet aucunement de les limiter, sont encore plus puissants au midi de Paris ; ils sont bien réglés sur la colline de Dammartin.

Avant et après le pli, ils ont environ 30 mètres de puissance. S'ils sont rudimentaires à Ronquerolles; c'est seulement par ablation, par dénudation qu'ils ont disparu, car on les revoit plus loin, dans la même direction, avec les mêmes caractères.

Les meulières, ce calcaire d'eau douce supérieur, continuation ou plutôt faciès d'altération du calcaire de Beauce, malgré les différences d'altitude actuellement observables, n'ont pu se former que dans une lagune horizontale, dans un lac continu d'à peu près même profondeur, dont il nous est même difficile d'apprécier l'étendue au Nord, mais qui dépassait certainement les plis tertiaires du Nord du bassin de Paris. Ce lac horizontal a été soulevé et ondulé comme le sous-sol et dénudé ensuite avec lui, non sans avoir vu parfois ses soubassements lui manquer par affouillements et qu'il soit possible d'observer, surtout les couches dures, à un niveau inférieur de leur niveau initial, sans cependant avoir changé géographiquement de lieu.

Avant de combiner ces divers éléments de puissance des couches pour apprécier ce qu'était l'altitude des diverses couches au-dessus du Bray avant la dénudation, il est nécessaire de rétablir en une liste l'altitude supérieure des couches à Survilliers comme elles se présentaient à l'emplacement du pli, avant leur dénudation.

Nous aurions :

Meulières.	223 m.
Sables de Fontenay.	216
Marnes supra-gypseuses.	186
Gypse.	161
Saint-Ouen.	151
Sables moyens.	138

C'est-à-dire des altitudes plus fortes que celles actuelles de Saint Christophe en Hallate.

Nous pouvons choisir comme point de restauration au-dessus du Bray le village d'Ercuis, qui se trouve à peu près à égale distance des trois types de Ronquerolles, Survilliers, Fleurines ; et voici le tableau des altitudes qu'on aurait eues avant la dénudation en supposant les épaisseurs moyennes de la colonne de droite :

Ercuis.

	Altitude du sommet		Epaisseur probable
Meulières.	373 m.		6 m.
Sables de Fontenay.	367		30
Marnes supra-gypseuses.	337		20
Gypse..	317		8
Calcaire de Saint-Ouen.	309		10
Sables moyens.	299		26
Calcaire grossier..	273		55
Sables de Cuise.	218		30
Lignites.	188		8
Sables de Bracheux..	180		10
Craie.	170	Total. .	203

Et nos évaluations sont très modérées (200 mètres de tertiaire), et le type choisi à Ercuis n'est probablement pas le point le plus haut où ces couches soient parvenues et se soient ajoutées à l'altitude actuelle. Il en résultait certainement une physionomie très différente du pays et un certain nombre de conséquences géographiques dont il y aura lieu de tenir compte.

Nous n'ajouterons plus qu'un mot pour terminer, au sujet d'un second accident presque perpendiculaire au premier que notre coupe longitudinale de Survilliers à Ercuis rend manifeste ; cet accident transversal paraît avoir pris place à l'emplacement actuel de l'Oise et avoir consisté en une sorte de pli de toutes les couches très analogue à celui du Bray, que nous avons étudié, mais bien moins important.

Si on suit le contact des sables de Cuise et du calcaire grossier, au sud de la forêt de Chantilly, on le trouve successivement à 63 mètres d'altitude au viaduc de Comelle, à 70 mètres d'altitude à la grande route de Paris et à 79 mètres au Saussoy, soit 16 mètres d'élévation en 5 kilomètres. Ce même contact devrait donc être, de l'autre côté de l'Oise, à 5 autres kilomètres, d'environ 95 mètres d'altitude. Or, on rencontre une falaise de craie jusqu'à 110 mètres d'altitude, et comme il manquerait au-dessus 48 à 50 mètres au moins pour arriver au contact géognostique que nous suivons, il s'ensuit que nous arriverions 70 à 75 mètres trop bas.

Même en admettant que l'alignement de la falaise de Chantilly, dont les allures sont très régulières et qui présente des altitudes croissantes très normales de ce contact du Cuise, ne soit pas exactement dans l'axe de soulèvement et coïncide à quelques points de la pente Nord, nous n'en avons pas moins trouvé une différence beaucoup trop sensible qui prouve une accélération inusitée, temporaire, locale dans l'ascension des couches et vraisemblablement un pli local. Il est juste d'ajouter que l'existence de ce pli expliquerait en partie l'arrêt des observations du pli du Bray à l'Oise, et expliquerait logiquement la séparation de deux régions si voisines et si différentes, comme le pays de Thelle et le Sentinois.

Nous nous réservons de revenir, dans une autre publication, aussi bien sur le prolongement du pli de Bray au travers du Tertiaire parisien et sur les autres plis parallèles, que sur les plis bien moins nets et moins bien connus transversaux aux premiers, la connaissance des uns et des autres étant essentiellement nécessaire à la bonne et complète explication des faits géologiques, aussi bien dans le bassin de Paris que dans le Nord, l'Est et l'Ouest de la France et le Sud de l'Angleterre.

Séance du 3 *Janvier* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. Douvillé, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membres de la Société :

MM. Le Maire, ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, rue de Maubeuge, 49, à Paris, présenté par MM. Douvillé et Zeiller.

Boissière (Albert), ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, rue du Faubourg-Saint-Denis, 201, présenté par MM. Douvillé et Zeiller.

Il est procédé à l'élection du Président pour l'année 1881.

M. P. Fischer ayant obtenu 77 suffrages sur 137 votants, est proclamé Président pour l'année 1881.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. Douvillé, Gosselet, Hébert, Danglure;

Secrétaire pour la France : M. M. Bertrand;

Vice-Secrétaire : M. Monthiers;

Archiviste : M. Ferrand de Missol;

Membres du Conseil : MM. de Lapparent, Cotteau.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés pour l'année 1881, de la manière suivante :

Président : M. P. Fischer.

Vice-Présidents :

M. Douvillé;
M. Gosselet;
M. Hébert;
M. Danglure.

Secrétaires :

M. Bertrand, pour la France;
M. Vasseur, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. L. Carez;
M. Monthiers.

Trésorier :

M. Delaire.

Archiviste :

M. Ferrand de Missol.

Membres du Conseil:

M. Alb. Gaudry;
M. Brocchi;
M. Delesse;
M. Sauvage;
M. de Roys;
M. Chaper;
M. Daubrée;
M. Velain;
M. Bioche;
M. Pomel;
M. de Lapparent;
M. Cotteau.

Dans sa séance du 27 décembre 1880, le Conseil a composé les Commissions pour l'année 1881 de la manière suivante :

1° *Commission du Bulletin :* MM. Delesse, Brocchi, Bioche, Douvillé, de Lapparent;

2° *Commission des Mémoires :* MM. Daubrée, Fischer, Gaudry;

3° *Commission de Comptabilité :* MM. Pellat, Jannettaz, Parran;

4° *Commission des Archives :* MM. Moreau, Bioche, Danglure.

Séance du 10 *Janvier* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT, *puis de* M. FISCHER.

M. Douvillé, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. de Lapparent, Président sortant invite M. Fischer, Président élu pour l'année 1881, à le remplacer au Bureau.

M. Fischer remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la Présidence.

Le Président annonce une présentation.

M. Alb. **Gaudry** présente le rapport provisoire de la Commission de nomenclature paléontologique pour le Congrès de Bologne.

Madame **Clémence Royer** fait hommage à la Société d'un article sur le transformisme et sur la part qui revient aux savants français dans les origines de la théorie évolutionniste.

Le Trésorier présente les comptes de l'exercice 1879-1880, et le projet de budget pour l'exercice 1880-1881, tel qu'il a été voté par le Conseil dans la séance du 27 décembre 1880 :

Budget pour l'année 1880-81 (*du 1er novembre 1880 au 31 octobre 1881*).

RECETTES

DÉSIGNATION des CHAPITRES	NUMÉROS des ARTICLES	NATURE DES RECETTES	RECETTES PRÉVUES pour 1879-80	RECETTES EFFECTUÉES en 1879-80	RECETTES PRÉVUES pour 1880-81
§ 1er. PRODUITS des RÉCEPTIONS et des COTISATIONS	1	Droits d'entrée et de diplôme	600	500 »	600
	2	Cotisations de l'année courante	9.600	8.774 50	9.600
	3	— arriérées	1.800	1.380 »	2.000
	4	— anticipées	400	270 »	300
	5	— à vie et perpétuelles	1.200	800 »	1.200
§ 2. PRODUITS des PUBLICATIONS	6	Vente du Bulletin	1.500	491 50	1.000
	7	— des Mémoires	500	24 »	500
	8	— de l'Histoire des Progrès de la Géologie	20	» »	20
	9	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin	»	» »	»
	10	Allocation ministérielle	1.000	1.000 »	1.000
	11	Souscription ministérielle aux Mémoires	600	» »	600
§ 3. RECETTES DIVERSES	12	Revenus	4.240	4.213 72	4.210
	13	Loyer, chauffage, éclairage des Sociétés chimique, mathématique, zoologique, etc.	3.600	2.950 »	4.725
	14	Recettes diverses (don de la famille Hermite)	50	483 45	50
		Totaux	25.110	20.887 17	25.805

DÉPENSES

DÉSIGNATION des CHAPITRES	NUMÉROS des ARTICLES	NATURE DES DÉPENSES	DÉPENSES PRÉVUES pour 1879-80	DÉPENSES EFFECTUÉES en 1879-80	DÉPENSES PRÉVUES pour 1880-81
§ 1er PERSONNEL	1	Agent	»	» »	1.200
	2	Garçon : Gages	1.000	1.000 »	1.000
	3	— Gratification	200	200 »	200
§ 2. FRAIS DE LOGEMENT	4	Loyer, contributions, assurances	5.400	5.301 32	5.400
	5	Chauffage, éclairage	800	853 65	850
§ 3. MATÉRIEL	6	Mobilier (aménagement des locaux sous-loués aux sociétés)	800	2.557 59	800
	7	Bibliothèque	1.000	564 65	900
§ 4. PUBLICATIONS	8	Bulletin : impression, planches	10.000	7.069 85	12.000
	9	— port	1.500	896 56	1.000
	10	Mémoires	3.000	140 »	1.500
§ 5. DÉPENSES DIVERSES	11	Frais de bureau, de circulaires, etc	1.000	821 65	800
	12	Ports de lettres	200	381 12	200
	13	Placement de cotisations à vie	1.200	» »	1.200
	14	Prix Viquesnel	310	329 30	320
	15	Dépenses diverses (cinquantenaire de la Société, souscription au Congrès géologique)	50	1.161 75	50
		TOTAUX	26.460	21.277 44	27.420

En résumé :

NATURE DES RECETTES	RECETTES PRÉVUES pour 1879-80	RECETTES EFFECTUÉES en 1879-80	RECETTES PRÉVUES pour 1880-81
§ 1er Produit des cotisations. .	13.600	11.724 50	13.700
§ 2. — des publications.	3.620	1.515 50	3.120
§ 3. Recettes diverses	7.890	7.647 17	8.985
Totaux.	25.110	20.887 17	25.805

Les recettes effectuées du 1er novembre 1879 au 1er octobre 1880 étant de. 20.887 17

L'encaisse au 31 octobre 1879 étant de. 4.050 35

Le total général des recettes est de. 24.937 52

NATURE DES DÉPENSES	DÉPENSES PRÉVUES pour 1879-80	DÉPENSES EFFECTUÉES en 1879-80	DÉPENSES PRÉVUES pour 1880-81
§ 1er Personnel.	1.200	1.200 »	2.400
§ 2. Frais de logement	6.200	6.154 97	6.250
§ 3. Matériel.	1.800	3.122 34	1.700
§ 4. Publications.	14.500	8.106 41	14.500
§ 5. Dépenses diverses.	2.760	2.693 82	2.570
Totaux.	26.460	21.277 54	27.420

Les recettes pour 1879-80 étant de. 24.937 52

Les dépenses 21.277 44

Il restait au 31 octobre 1880. . . . . 3.659 98

Les recettes prévues pour 1880-81 étant de . . . . 25.805 »

Le total général des recettes pour 1880-81 peut être évalué à. 29.464 98

Les dépenses prévues étant de. . . . . 27.420 »

L'excédent des recettes sur les dépenses au 31 octobre 1881 peut être évalué à. 2 044 98

Après quelques explications fournies par le Trésorier, le projet de Budget est adopté par la Société, et les comptes de l'exercice 1879-80 sont renvoyés à l'examen de la Commission de Comptabilité.

M. de Lapparent donne lecture des lettres suivantes :

Notes **Minéralogiques** *sur les* **Pyrénées**,

par M. **Gourdon**.

Pendant l'année 1880, j'ai fait de fréquentes ascensions dans les montagnes pyrénéennes, tant en France qu'en Espagne. Je crois utile de consigner dans cette note, le nom des principales substances que j'ai récoltées au cours de ces expéditions.

Dans le massif des Posets, j'ai recueilli en place près du pic Habana (Haute vallée de Pardina), le *Pyroxène fassaïte.* — Au gisement du grenat chromifère découvert par moi, j'ai pris de beaux spécimens de *Fuschite* avec de miscroscopiques mais très nets petits *cristaux octaèdres de fer chromé.* Dans les montagnes de Sahun se trouvent la *Malacolite*, le *fer arsenical cristallisé*, etc.

Dans la vallée de Louron (Hautes-Pyrénées), les mines de manganèse de Germ m'ont donné de rares et petits cristaux rougeâtres de *blende* identique à celle des Asturies, et des cristaux brun-rouge brillants que mon collègue de la société Ramond, le pasteur E. Frossard, croit être du manganèse phosphaté.

Dans la vallé du Lavedan, près d'Aulon, j'ai récolté de superbes spécimens de *Diallogite* dans le quartz avec alumine hydratée blanche et de la *Rhodonite.* Sur la route neuve qui va à Aulon est un gisement de *Wollastonite* blanche avec grains de pyroxène vert disséminés dans la masse.

En montant à l'Arbizon par le versant Sud, on rencontre à 2,600 mètres d'altitude environ, dans le calcaire du pic, des filons assez puissants d'*Idocrase* verte radiée en cocardes, et d'*Idocrase* vert-olive bacillaire. Dans le Bassia d'Arbizon j'ai reconnu un nouveau gisement de *Limurite.*

Dans les montagnes de Saint-Béat, j'ai recueilli la tourmaline rose; de la *Grammatite* sur un spilite labradorique (en place); et une superbe *Couzéranite* blanche hyaline dans un calcaire saccharoïde grenu blanc.

En terminant cette courte liste à laquelle cependant je pourrais encore ajouter bien des noms, je remercie mon compatriote et collègue M. le comte de Limur, qui a bien voulu recevoir mes déterminations et les rectifier lorsqu'il y avait lieu.

Note sur la **faille** *de* **Pontpéan,**

par M. **Lebesconte.**

Dans une note stratigraphique, sur le bassin tertiaire des environs de Rennes, que j'ai présentée à la Société géologique le 7 avril 1879, en parlant de la faille de la mine de Pontpéan, qui joue suivant moi un rôle important dans la physionomie actuelle du bassin de Lormandière, — La Chaussérie, — Chartres, par les dislocations qu'elle y a produites, je disais que la diorite avait tout d'abord été injectée par une fissure et que la faille ne s'était produite que plus tard suivant le contact de la diorite; puis après avoir signalé les brisements qui affectent les couches tertiaires et respectent les couches quaternaires, j'ajoutais que la faille de Pontpéan avait dû se produire pendant la formation des dépôts tertiaires. Dans la même séance M. de Tromelin combattit cette manière de voir ; il rapportait la faille de Pontpéan au système paléozoïque (probablement au carbonifère) et non à la discordance entre l'oligocène et le miocène.

« Les failles *s'il en existe dans le terrain tertiaire*, disait M. de Tro-« melin, ont un effet peu sensible; les dénudations y jouent un rôle « important et c'est peut-être à cause de ce fait que les couches oli-« gocènes à échinides se voient à la surface entre les deux îlots falu-« niens. » Je ferai d'abord observer, que les couches oligocènes à échinides ne sont pas entre deux îlots faluniens ; mais que ces couches, qui se voient à la surface sur plusieurs endroits du dos d'âne du bassin, supportent régulièrement à droite et à gauche, d'abord toutes les couches tongriennes marines, puis les couches tongriennes fluvio-marines et enfin les couches faluniennes. Il n'y a donc pas là dénudation, mais bien relèvement de toutes les couches du bassin.

Je regrette ensuite que M. de Tromelin semble rejeter les failles pour donner un rôle exclusif aux dénudations. Dans mon travail j'indique au contraire les deux causes réunies. Les dislocations du bassin n'ont pu se produire sans mouvements violents des eaux et par conséquent sans dénudations. Les 140 mètres de tertiaire à la mine ne donnent certes pas l'épaisseur naturelle des couches ; il y a eu là d'abord glissement du tertiaire, puis remplissage. — Enfin pour l'âge du filon de Pontpéan, je rappellerai d'abord M. Daubrée répondant à M. de Tromelin, dans la même séance, que les filons anciens présentent souvent des réouvertures récentes ; puis je donnerai quelques phrases d'un rapport fait récemment (mars 1880) sur la mine de Pontpéan, par M. Fuchs.

Parlant de la roche dioritique, qui se développe tantôt au toit, tantôt au mur du gisement, M. Fuchs ajoute : « On peut conclure de « ce fait que son arrivée est antérieure à celle du filon lui-même, et « que le remplissage métallifère ayant coïncidé avec une réouver- « ture de la fracture par laquelle elle s'était fait jour elle-même, « constitue, pour ainsi dire, la phase finale de son apparition. — « Enfin tout l'ensemble du gîte est recoupé par une faille argileuse, « toujours située dans le voisinage et quelquefois au contact même « de la diorite, qui porte le nom de faille bleue et dans laquelle on « trouve, au milieu de l'argile, des fragments toujours brisés de ga- « lène et de blende. Cette faille constitue donc une réouverture sté- « rile du filon et est nettement postérieure à ce dernier, elle est sans « doute loin d'être unique, puisque l'on connaît, dans le mur du « filon et à une quinzaine de mètres de ce dernier, une faille parallèle « qui présente les mêmes caractères sur une échelle moindre et à « laquelle on a donné le nom de fine. — C'est à ce *système de failles* « qu'il faut rattacher la dénivellation constatée dans les épontes du « filon, dénivellation par suite de laquelle le schiste encaissant du « toit est rejeté à la profondeur de 160 mètres, toute la partie supé- « rieure étant remplie par une formation détritique que l'on range « parmi les terrains tertiaires supérieurs. »

M. **Stuart Menteath** présente une Carte géologique au 200,000e des Pyrénées occidentales, depuis le Pic d'Orhy jusqu'à Orio et Saint-Jean-de-Luz, exécutée entièrement d'après des observations personnelles sur le terrain, aidées par des déterminations de fossiles dont il est redevable à MM. Etheridge, Fischer, Hébert, Munier-Chalmas et Renault. Il résume de la manière suivante les premiers résultats de ses études :

Note préliminaire sur la **Géologie** *des* **Pyrénées** *de la* **Navarre**, *du* **Guipuzcoa** *et du* **Labourd**,

par M. **Stuart Menteath**.

Tout le grand massif de montagnes représenté par M. de Verneuil comme Crétacé autour de Sumbilla et « Zubieta » (de la Carte géologique d'Espagne), appartient au Terrain de transition, limité par le Trias et le Terrain houiller : un petit lambeau de Trias, près Vera, explique l'erreur. Le Terrain jurassique, que M. Menteath a trouvé en 1868, un peu au Sud d'Arroyoz, s'étend dans la vallée de Bastan jusqu'au Nord d'Elizondo, et a laissé des lambeaux même au Nord-Ouest de Maya. Le Corallien est bien caractérisé depuis Saint-Pé jus-

qu'auprès de Béhobie, et le Lias moyen est fossilifère au Nord de Sare. Le Crétacé inférieur se montre vers la haute crête de Velate, recouvert près d'Elzaburu, Oroquieta et Lecumberri par le Crétacé supérieur qui repose parfois directement sur le Jurassique inférieur ou le Trias. Une crête triasique par Venta de Velate, Almandoz et Berrueta limite le Dévonien des Aldudes, indiqué comme crétacé par de Verneuil. Le massif de Velate à Lecumberri est lardé d'ophite parfois enveloppée de schistes crétacés à Orbitolines, mais toujours dans le voisinage apparent ou présumable du Trias. Près des salines d'Aldaz existe un affleurement de Jurassique inférieur. Le Crétacé supérieur de Burguete avec *Orbitolina concava* à la base repose en discordance sur le Trias d'Espinal. De Lecumberri à Leiza des affleurements jurassiques et néocomiens sont exceptionnellement riches en fossiles. Une petite couche charbonneuse dans le Néocomien, près de Leiza, paraît analogue au charbon de Hernani et Fagollaga, au-dessus duquel se trouvent les *Orbitolina conoidea* et *discoidea*. Le Néocomien se montre vers Lacarre et passe par le sommet du Pic d'Aphanice. Le Trias étant distinct des quartzites des Aldudes, le Grès rouge dévonien de M. Magnan est inadmissible. Le Dévonien inférieur est très fossilifère entre Eharce et Saint-Jean-Pied-de-Port ; parmi les entroques, le *Cyathocrinus pinnatus* se retrouve en masse dans la forêt d'Irati; des griottes dévoniennes se montrent près d'Echalar et Biriatua. Le Carbonifère supérieur fournit des plantes caractéristiques sur une étendue considérable au Nord d'Eugui ; il se montre entre Esterencuby et Behobie, et, moins bien caractérisé, entre Mendive et la forêt d'Irati, de Sumbilla à Urdax, etc. ; entre Urdax et La Rhune il fournit des plantes caractéristiques. Le Permien de La Rhune de MM. Garrigou et Magnan est une simple erreur stratigraphique ; mais certains poudingues calcaires au-dessous du Trias, au Sud de Mendive et près Bidarra et Vera, restent à classer. Plus de 60 affleurements d'ophite, représentés sur la carte, accompagnent le Trias ou indiquent son voisinage. L'examen microscopique de la plus grande partie indique un type de roche trappéenne plus ou moins altérée et parfaitement distincte des porphyres quartzifères ou fedspathiques qui, parfois verdis par le chlorite, occupent le Terrain de transition. L'ophite le mieux conservé se trouve au-dessous du Trias de La Rhune ; cette roche, augitique et en partie spilitique, ressemble aux dolérites des environs d'Edimbourg et a altéré en jaspe des portions du grès triasique du toit. Le granite des Trois-Couronnes ou Haya est éruptif et postérieur au Trias. Le granite laurentien signalé par M. Magnan à Sare est l'ophite décomposée entre le Trias et le Lias.

M. de **Lapparent** fait observer qu'aucun des pointements ophitiques signalés par M. Stuart Menteath ne se fait jour dans les régions où le Trias couvre de grandes surfaces. Ces pointements n'apparaissent en compagnie du Trias, que là où ce terrain forme des lambeaux disloqués, venus à la surface à la faveur des bouleversements qui ont rompu les assises surincombantes. Il lui paraît donc légitime d'admettre que l'ophite est non pas une formation subordonnée au Trias, mais une roche éruptive dont l'épanchement a coïncidé avec les dislocations qui ont fait venir ce dernier terrain au jour en beaucoup de points où sa présence est inattendue.

M. Menteath répond qu'il veut se restreindre pour le moment à la simple énumération de faits d'observation en écartant toute application générale.

M. Gaudry analyse la note suivante :

Sur le **Cours de Botanique fossile,** *fait au Muséum d'Histoire naturelle,* par M. B. **Renault,**

par M. le marquis **de Saporta.**

Le livre que je présente à la société, de concert avec M. A. Gaudry, au nom de M. B. Renault, comprend en un volume accompagné de vingt planches la première année de son cours de Botanique fossile. Ce cours mérite assurément de fixer l'attention, non seulement par la nouveauté des matières que l'auteur y a traitées, mais aussi par le grand nombre des découvertes qu'il y a consignées et dont beaucoup lui appartiennent en propre.

Il y a là, on peut le dire, des perspectives qui étendent largement le cercle de nos connaissances en paléontologie végétale.

Je ne puis avoir la pensée de reprendre un à un ces divers points, pour les analyser; je me contenterai d'en effleurer quelques-uns et d'insister sur ce que leur ensemble comporte de plus saillant, en fait de résultats généraux.

Je ne m'arrêterai pas sur les notions préliminaires qui ouvrent le volume, comme une introduction nécessaire à un cours de Botanique fossile. Tout ce qui fait l'objet de cette science, ce qui tient à l'état matériel des fossiles végétaux, l'historique même des travaux qu'ils ont provoqués se trouve exposé fort clairement en un petit nombre de pages.

Je ne retiendrai qu'une seule des observations de l'auteur parce qu'elle tend à faire sortir fort ingénieusement, de l'examen des an-

ciens bois de Gymnospermes paléozoïques, des notions relatives aux conditions climatériques de l'époque des houilles.

De même que les cercles concentriques de nos bois dicotylédones annoncent la succession de périodes alternatives d'activité et de repos, périodes correspondant à nos saisons, de même le bois tout à fait ou presque homogène de la plupart des types arborescents du temps des houilles, en particulier des plus caractéristiques d'entre eux, comme les Cordaïtées et les Sigillariées, semble dénoter l'uniformité à peu près absolue du climat des périodes primitives. Cette égalisation est encore attestée par la présence des mêmes formes spécifiques sur des points très éloignés du terrain carbonifère, soit en latitude, soit dans le sens des longitudes.

Partout où se sont étendues les explorations, des espèces semblables de calamites, de fougères, de lépidodendrées et de sigillaires reparaissent combinées dans le même ordre et sans variations appréciables, que l'on soit autorisé à rapporter à des distinctions de climat.

Diploxilées. — Au milieu de ces types déjà très divers, les uns cryptogamiques, les autres gymnospermiques, d'autres encore controversés, M. Renault a fait choix, pour le mettre en lumière, d'un groupe de plantes représenté dans la nature vivante par les seules Cycadées et auquel il applique la dénomination de *Diploxylées*.

La particularité de structure anatomique d'où dérive ce terme de *Diploxylées* avait été signalée avant M. Renault. Le genre *Diploxylon* a été créé par Corda d'après une tige du carbonifère de Bohême qui présente une double région ligneuse, c'est-à-dire une deuxième région ligneuse concentrique et interne par rapport à celle qui entoure la moelle et qui existe seule chez nos Dicotylédones. Cette seconde région ligneuse, contiguë à la principale au point où se trouvent exclusivement situés les vaisseaux et les trachées, chez les Gymnospermes, s'étale en sens inverse de l'autre et s'avance plus ou moins vers le centre de la moelle, d'où la dénomination de « bois centripète » que lui applique M. Renault. La dualité de la formation ligneuse se retrouve avec des variations dont l'amplitude est considérable dans toutes les familles de plantes du groupe des Diploxylées.

Seulement, chez les Sigillariées, cette dualité se montre aussi bien dans la tige même que dans le faisceau qui dessert les feuilles, tandis qu'elle s'atténue ou s'efface partiellement chez les Cordaïtées, les Cycadoxylées et enfin chez les Cycadées, dernières survivantes d'une catégorie végétale jadis puissante, mais qui a rapidement décliné à la fin de la période carbonifère.

M. Van-Tieghem, l'éminent botaniste, avait déjà fait ressortir (1) le rapport inattendu que la présence d'un double faisceau dans la feuille établissait entre les Cycadées et les Sigillaires, avec cette différence pourtant que dans la première de ces familles la dualité existe seulement dans le faisceau foliaire, tandis que dans la seconde la distinction des deux régions ligneuses, centripète et centrifuge, s'étendait jusqu'à la tige même d'où part le faisceau qui dessert la feuille. Il était réservé à M. Renault de poursuivre l'étude d'un semblable caractère et d'établir sur des bases définitives l'anatomie et l'organographie comparées des types chez lesquels il se manifeste. Ajoutons que plusieurs de ces types (Poroxylées, Cycadoxylées, Cordaïtées) étaient inconnus ou très imparfaitement décrits avant lui.

On voit par ce qui précède, que le trait distinctif commun à l'ensemble des Diploxylées n'a rien d'absolument fixe dans les diverses familles du groupe. Il tend au contraire à s'atténuer chez certaines d'entre elles et à prendre l'apparence d'un dernier vestige, encore visible chez les Cycadées, mais qui aurait pu achever de disparaître dans d'autres types. Il est bien certain en tous cas, que les Taxinées et les Conifères, en dépit de leur parenté avec les Cycadées, ne présentent aucune trace de « double bois » ni dans la tige ni dans les feuilles. Il faut remarquer en même temps que ces Gymnospermes « non Diploxylées » sont justement celles dont le corps ligneux, par suite de la permanence d'une zone reproductrice cambienne, s'entoure, comme chez les Dicotylédones propres, d'anneaux annuels successifs, destinés à l'accroissement de la tige. On sait que ce mouvement d'expansion opéré dans le sens du diamètre a pour effet le crevassement puis le rejet au dehors des parties vieilles de l'écorce. Mais de même que cette organisation se trouve maintenant et depuis longtemps en rapport exact avec les saisons qui président aux phases de la végétation, il est par analogie, naturel d'admettre que l'organisation « diploxylée », plus riche à certains égards, bien que destituée de ces anneaux d'accroissement, correspondait de son côté à l'uniformité climatérique des premiers temps. Cette circonstance expliquerait à la fois et le déclin des Diploxylées à la fin des temps paléozoïques et l'essor rapide des Gymnospermes monoxylées et plus tard des vraies Dicotylédones, à partir des temps secondaires, à mesure que les alternatives de repos et d'activité végétale tendaient à s'introduire et à se prononcer.

(1) Voy. Sachs, *Traité de Botanique* trad. par Van-Tieghem, p. 573; note au bas de la page.

Effectivement, le contraste entre les deux organisations antagonistes est évident dès que l'on soumet à l'analyse le plan de structure des tiges de part et d'autre, comparées. — Dans le groupe des Diploxylées, la région ligneuse est tantôt double dans la tige comme chez les Sigillariées, et alors elle présente une richesse de composition bien supérieure à celle d'aucune des tiges que nous avons sous les yeux; tantôt au contraire elle est simple, comme le montrent les Cordaïtées fossiles et les Cycadées du monde actuel, la duplicité restant l'apanage du seul faisceau foliaire; mais dans ce dernier cas, autant que dans l'autre, le bois primaire centrifuge, après avoir acquis une certaine épaisseur, ne donnait jamais naissance sur sa périphérie à une répétition d'anneaux concentriques et successifs. Les tiges anciennes, rapidement développées n'accroissaient plus notablement le diamètre de leur bois; elles continuaient pourtant à grossir, mais par un processus qui leur était particulier et que les études de M. Renault ont mis parfaitement en lumière. L'épaississement avait lieu par l'écorce, toujours occupée à l'intérieur par des îlots de tissu hypodermique, intercalés au milieu d'une masse parenchymateuse. C'est donc uniquement ou du moins principalement par la région corticale que s'opérait l'accroissement en diamètre de ces tiges et par suite la dilatation des cicatrices laissées par la chute des feuilles chez les Cordaïtées, ainsi que la mise en saillie des compartiments superficiels auxquels les Sigillaires doivent leur nom; on sait que ces compartiments résultaient de l'accrescence des coussinets foliaires ou résidus des bases de feuilles, après le détachement de ces organes.

Il est juste d'observer que cette même organisation, moins nette ou moins parfaite, si l'on veut, mais bien reconnaissable, se montre dans les tiges de Cycadées. Lorsque l'on pratique une coupe transversale de leurs troncs, on remarque des vestiges de la région ligneuse centripète dans les faisceaux épars qui parcourent la région médullaire; autour de cette région, la zone ligneuse se trouve réduite à un anneau plus ou moins épais et en dehors se montrent les îlots de bois cortical et de liber entremêlés qui remplacent les anneaux annuels. Un phénomène d'accrescence tout spécial donne à la longue du relief aux bases persistantes des frondes tombées et constitue à ces tiges un revêtement extérieur sur lequel j'ai été un des premiers à attirer l'attention. Il ne manque à nos Cycadées pour ressembler tout à fait aux types qui leur étaient associés dans l'âge paléozoïque que l'activité prodigieuse qui présidait aux actes végétatifs des Cordaïtées et des Sigillariées; mais cette lenteur de croissance, cette intermittence prolongée et irrégulière dans l'apparition des

nouvelles pousses, qui caractérisent les Cycadées, constituent peut-être la véritable cause de leur résistance aux phénomènes d'élimination qui entraînèrent les autres Diploxylées, lorsque les conditions originaires auxquelles était dû leur essor eurent fait place à un nouvel ordre de choses. S'il en a été ainsi, les plus faibles et les moins parfaites, parmi les Diploxylées, auraient seules survécu au déclin et à la disparition de tout le reste du groupe. En effet, c'est seulement à partir de cette disparition, que les Cycadées et les Conifères commencent à prendre l'essor et à obtenir la prédominance. Il se peut que jusqu'à ce moment dont la date doit être fixée à la fin du permien, ces deux groupes, antérieurement obscurs et subordonnés, fussent confinés à l'écart, sur le penchant des montagnes, là justement où l'influence des saisons, d'abord à peine marquée, a dû se faire sentir pour la première fois.

Sigillariées. — Parmi les types passés en revue par M. Renault, il en est deux qui doivent plus que tous les autres fixer nos regards, parce que ce savant plus que tout autre, s'est efforcé de pénétrer le secret de leurs diverses parties. Je veux parler des Sigillariées et des Cordaïtées.

Les Sigillariées, malgré leur extrême abondance dans certaines couches du terrain houiller, sont encore l'objet de bien des controverses, et leur nature véritable est sinon entièrement inconnue, du moins contestée avec acharnement. Ajoutons que les notions encore imparfaites que l'on a de leurs organes reproducteurs expliquent ces incertitudes.

D'une part, en effet, à l'exemple de Schimper et de Williamson, les Sigillaires sont réunies aux Cryptogames et considérées comme alliées de très près aux *Lepidodendron;* d'autre part, l'école de Brongniart, suivie par Grand'Eury et par M. Renault range, avec raison selon moi, les Sigillaires parmi les Phanérogames Gymnospermes. La structure anatomique des tiges de Sigillaires, si bien élucidée dans un mémoire célèbre de M. Brongniart, découvre par le plan et les détails principaux une telle analogie avec les parties correspondantes des Cycadées qu'on ne saurait sans anomalie confiner les deux groupes dans des embranchements séparés. Tout au plus pourrait-on supposer que les Sigillaires, moins nettement phanérogames et aussi plus anciennes que les autres Gymnospermes eussent donné lieu à une sorte de transition vers les plus parfaites des Cryptogames, représentées par le type des *Lepidodendron*. Quoi qu'il en soit d'ailleurs d'une question que l'observation directe des organes reproducteurs pourra seule trancher, il est certain que les patientes analyses de M. B. Renault ont puissamment contribué à établir sur des bases

définitives le plan de structure des tiges de Sigillaires; il a exposé en même temps les variations de ce plan dans les divers sous-types que comprenait cette puissante famille et qui tenaient au développement relatif de l'une des deux régions ligneuses, accolées et orientées en sens inverse, que renfermait leur tige.

C'est ainsi que dans les *Diploxylon* de Corda, de même que dans le *Sigillaria vascularis* de Binney, la zone du bois centripète affectait un développement suffisant pour constituer un cylindre régulier et continu à l'intérieur du bois centrifuge, celui-ci demeurant faible et peu étendu. C'était le contraire justement dans les *Sigillaria elegans* de Brongniart et *spinulosa* Gr. et Ren., où le bois centripète ne donnait lieu qu'à des faisceaux isolés sur les parois de l'étui formé par le bois centrifuge.

Stigmaria. — Les études de M. Renault ont encore contribué à éclairer la vraie nature des *Stigmaria,* cet appareil radiculaire des Sigillaires, demeuré jusqu'à présent problématique à bien des égards.

Les *Stigmaria* sont-ils de simples prolongements radiculaires de la base des troncs de Sigillaires, où bien ont-ils constitué jadis des plantes à part, souterraines, circulant sur un plan horizontal au sein de la vase des marais où se déposait la houille? — Ces deux opinions invoquent des raisons plausibles, puisque, d'une part, on a pu voir en place des tiges de Sigillaires continues inférieurement avec des *Stigmaria* et que, d'autre part, il existe des couches carbonifères presque uniquement composées de Stigmariées avec leur structure normale, s'étendant et se superposant horizontalement, sans émettre nulle part de tiges verticales, assimilables à des Sigillaires et sans que les lits ainsi formés en fournissent aucun vestige. Ce dernier fait a été encore vérifié tout dernièrement par M. Grand'-Eury dans une visite de ce savant aux mines de houille de la Haute-Silésie. Le cours de M. Renault donne, à ce qu'il me semble, la solution vraie du problème, en démontrant que les Stigmariées du groupe de *S. ficoides* étaient de véritables rhizomes et que leurs appendices fusiformes représentaient tantôt des radicules, tantôt des sortes de feuilles charnues et souterraines. Dès lors les Stigmariées pouvaient végéter longtemps, s'étendre et se multiplier dans le fond des houillères, avant de donner naissance aux tiges verticales, aériennes et fertiles, auxquelles nous appliquons le nom de Sigillaires. On conçoit que dans certains cas, à l'exemple de bien des mousses qui ne fructifient presque jamais, les Stigmariées aient végété et se soient multiplié au point de remplir des couches entières, sans cependant s'élever en produisant des Sigillaires.

M. Renault serait porté à croire qu'il en a été surtout ainsi dans

les époques primitives dont les dépôts sont aussi riches en Stigmariées que pauvres en Sigillaires.

Cordaïtées. — Avant de terminer ce compte rendu que je m'efforce d'abréger, malgré l'importance des enseignements à analyser, je voudrais dire quelques mots sur les Cordaïtées, ces végétaux si remarquables, les plus élevés à ce qu'il semble de ceux que la classe des Gymnospermes comprenait à l'époque carbonifère.

M. Grand'Eury le premier a restitué le port et arrêté la morphologie des Cordaïtées, en décrivant leurs principaux organes. M. Brongniart, avant de mourir, a pu étudier la structure anatomique des graines qui sont attribuées à ce groupe. Après ces deux savants, M. Renault a complété leurs recherches en s'attachant à définir, à l'aide d'échantillons silicifiés, réduits en coupes minces, la structure de leur tige et de leurs feuilles, enfin celles des plus petites parties de leurs organes reproducteurs, mâles et femelles, de leurs chatons, de leurs étamines, de leurs ovules, de leurs grains de pollen, en sorte que l'on peut dire avec pleine raison que les Cordaïtées sont maintenant aussi bien connues que si elles vivaient encore.

Les Cordaïtées appartiennent aux Diploxylées au même titre que les Cycadées, c'est-à-dire que leur cylindre ligneux étant simple elles possédaient pourtant un double faisceau foliaire. Leurs tiges, rapidement évoluées étaient pourvues d'une large moelle semée de cavités séparées par de minces cloisons diaphragmatiques. En dehors du cylindre ligneux qui cernait cette moelle et que traversaient les rayons médullaires, la région corticale était occupée par de nombreux îlots de tissu fibreux, dispersés dans la masse parenchymateuse. Les feuilles rubanées, le plus souvent élargies en coin et tronquées au sommet, des Cordaïtées, présentaient parfois une énorme dimension; elles rappelaient par bien des détails de configuration et de structure celles des Salisburiées et les folioles des Zamiées. Mais ce sont particulièrement les organes mâles et femelles des Cordaïtées que M. Renault est parvenu à restituer, à force de recherches.

Les bractéoles des épillets situés à l'aisselle des bractées des appareils fructificateurs des Cordaïtées entouraient et protégeaient les organes reproducteurs de ces plantes. Les sexes étaient constamment séparés sur des appareils distincts, peut-être même sur des pieds différents.

On voit par les figures très curieuses de M. Renault que les *Cordaianthus* mâles ou épillets mâles des Cordaïtées présentaient des « supports d'anthères » terminés au sommet par plusieurs sacs pol-

liniques dont l'analogie d'aspect avec les parties correspondantes des Gnétacées est assez frappante.

La fleur femelle des Cordaïtées, figurée par M. Renault sous le nom de *Cordaianthus Grand'Euryi* montre un ovule entouré de paillettes ou bractéoles, surmonté de son exostome qui aboutit inférieurement à une cavité ou chambre pollinique qui renferme encore des grains de pollen. Mais à l'intérieur de cet ovule, on ne reconnaît encore aucune trace du « sac embryonnaire », ni par conséquent des « corpuscules » ou cellules femelles destinés à donner naissance à l'embryon. Conformément à la destination de la chambre pollinique et à ce qui se passe encore sous nos yeux dans le *Salisburia* ou Ginkgo, l'acte fécondateur n'avait lieu qu'après que la graine déjà mûre s'était détachée de la plante mère. Alors seulement le développement du sac embryonnaire se prononçait et les corpuscules paraissaient dans la substance cellulaire qui remplit ce sac. C'est sur la planche 15 du livre de M. Renault que sont représentées des graines adultes de Cordaïtées avec des traces de corpuscules. Mais l'on peut surtout étudier, dans le magnifique ouvrage posthume de M. Brongniart *sur les graines silicifiées* de Saint-Étienne, l'endosperme de ces graines et reconnaître les corpuscules situés de chaque côté du mamelon terminal du nucelle ou mamelon d'imprégnation, situé immédiatement au-dessous de la chambre pollinique. On retrouve dans cette chambre les grains de pollen. M. Renault indique même la présence probable de plusieurs oosphères ou rudiments d'embryon dans la cavité corpusculaire d'un *Cordaispermum* ou graine de Cordaïtée. Il est impossible de ne pas faire remarquer l'extrême analogie de structure et de disposition que présentent les parties essentielles de l'ovule des Cordaïtées comparées aux parties correspondantes du *Salisburia* ou Ginkgo. Cette analogie doit être signalée avec d'autant plus de raison que de toutes les Gymnospermes monoxylées actuelles, le Ginkgo est réellement celle qui rappelle le plus les Cordaïtées par ses feuilles, ses organes sexuels et sa graine. J'ajouterai même que la présence dans le terrain carbonifère de véritables Salisburiées confirme ce rapprochement. Enfin, la structure relativement complexe des grains de pollen des Cordaïtées avec leur tégument extérieur (extine) finement réticulé et la division pluricellulaire de leur endospore ne saurait être passée sous silence. De nos jours, les grains de pollen des plantes tout à fait supérieures (Angiospermes) sont unicellulaires; mais on remarque justement des grains de pollen bi-tricellulaires chez les Conifères et les Cycadées. A ce dernier égard, les plus parfaites des Diploxylées paraissent avoir présenté une structure à la fois plus complexe, moins réduite, mais

aussi moins distante de celle que l'on observe dans les microspores des Cryptogames à prothalles inclus ou sub-inclus.

Par là comme par d'autres points, la distance entre les deux embranchements se trouve notablement amoindrie.

C'est aux patientes recherches, à l'esprit d'observation, à la sûreté de main dans les préparations microscopiques, à la portée d'esprit dans le jugement de M. Renault que nous sommes redevables de cette série de découvertes qui honorent notre pays et nous en promettent une foule d'autres non moins merveilleuses que celles qui font l'objet du cours de Botanique fossile professé au Muséum.

M. Gaudry fait la communication suivante :

Sur les **nouveaux fossiles** *que M.* **Lemoine** *a découverts près de* **Reims,**

par M. Alb. **Gaudry.**

M. Lemoine, qui a déjà fait de si curieuses recherches dans l'Eocène inférieur, m'annonce de nouvelles découvertes très intéressantes à Cernay, près Reims. Il me prie d'en faire part à la Société géologique.

M. Lemoine signale d'abord un crâne entier de l'*Arctocyon Dueilii* d'une fort belle conservation ; il remarque que les canines très grandes, à arêtes tranchantes contrastent par leur type carnassier avec la disposition des molaires ; la région frontale est déprimée comme chez le crocodile ; la boîte crânienne est fort petite ; ainsi que dans l'*Arctocyon* de La Fère, l'occipital présente en arrière un grand prolongement ; une crête verticale occupe tout le haut du crâne. M. Lemoine a trouvé de nombreux os des membres, notamment une omoplate, remarquable par la bifurcation de sa crête épineuse et par son acromion à double tête annonçant une clavicule très développée. Les métatarsiens et les phalanges indiquent un pied court et large.

Grâce aux nombreux os successivement recueillis, notre confrère de Reims connaît maintenant le squelette entier du *Pleuraspidotherium Aumonieri* qui présente un mélange intéressant de caractères de lémurien et de pachyderme. Il a trouvé plusieurs pièces du *Protoadapis Copei*, de l'*Hyænodictis* et du *Lophiodochærus*. Mais, si elle se confirme, la découverte la plus importante serait celle d'une espèce du curieux genre *Plagiaulax* que MM. Owen et Falconer ont autrefois signalé dans l'étage du Purbeck. M. Lemoine lui rapporte de singulières dents minces, courbes et rayées ; il a recueilli un fragment

de mandibule avec une incisive unique en place, les alvéoles des deux premières prémolaires, et la troisième prémolaire bien intacte. Il attribue au même animal une série de molaires, un axis à faciès marsupial avec une profonde cupule inférieure, et une moitié de fémur de forme très étrange. En outre, M. Lemoine a découvert des os de tortue, de caïman, de *Simœdosaurus*, de petits lacertiens, d'*Amia*, de *Lépidostée*, d'*Eupterornis* et de deux espèces de *Gastornis*. Il possède maintenant la tête presque entière du *Gastornis Edwardsi :* « Cette tête, dit-il, paraît avoir été deux fois plus volumineuse que celle de l'autruche ; sa complication était plus grande, et ses os beaucoup plus développés ; ses mâchoires supérieures sont bien remarquables par la présence d'une série de pseudo-alvéoles qui rappellent des alvéoles atrophiées de reptiles. C'est là une forme transitoire entre le bec à dents des oiseaux de la craie et le bec des oiseaux actuels. Le *Gastornis* ne devait pas avoir de véritables dents, mais des épaississements tout spéciaux de la corne du bec. Celui-ci devait présenter particulièrement vers son tiers antérieur une forte dent indiquée par une protubérance de l'os. Le bec se terminait par une pointe acérée. »

M. Lemoine a tout seul le mérite des remarques que je transmets à la Société géologique. Je tiens uniquement à dire combien j'admire la patience et la perspicacité dont fait preuve ce savant paléontologiste, car l'état d'isolement dans lequel il rencontre les débris fossiles, rend leur détermination particulièrement difficile.

Le secrétaire analyse la note suivante :

Sur les **directions des failles**

par **M. O' Reilly.**

En parcourant la *Revue de géologie* pour les années 1877-1878, par MM. Delesse et de Lapparent, je trouve p. 228, une Notice des travaux de M. Ern. Favre sur la géologie de la Crimée. Mon attention y a été attirée tout particulièrement, par le fait si remarquable qu'il y constate, relativement à l'existence d'une grande faille traversant la mer Noire du cap Emineh dans la direction de la côte sud de la Crimée.

Il dit dans son mémoire : « Cette chaîne qui s'abaisse vers le Da-« nube par une plaine doucement inclinée, ou par des plateaux « étagés en gradins, est limitée du côté Sud par une grande faille « qui aboutit au cap Emineh sur la mer Noire. Continuée en ligne

« droite, cette faille correspond exactement au rivage méridio-
« nal de la Crimée, au sud duquel la mer atteint subitement une
« grande profondeur. — Ainsi la chaîne Taurique est le reste du
« versant septentrional d'une chaîne qui se trouvait à la place où
« sont aujourd'hui les profondeurs de la mer Noire. Cet affaissement
« date probablement de l'époque miocène. »

Or cette question des failles, de leur importance, et de leurs relations angulaires, m'occupe depuis quelques années comme théorie générale, et je prie votre Société de me faire l'honneur d'agréer l'hommage de mes quelques mémoires à ce sujet. A l'appui de cette théorie, je cherche des faits ou plutôt les faits me viennent de tous côtés, et je vois dans celui constaté par M. Favre, une preuve entre cent autres à l'appui de cette théorie sur la corrélation des lignes de direction des côtes.

Parmi les grands cercles de direction qui furent tracés par moi sur un globe selon les conditions angulaires requises par la théorie en question, j'en ai transféré sur une carte d'Europe, deux seulement :

Celui dit : Axe de Sumatra, et

— Côte Nord d'Afrique.

Le premier passe à Derbend, traverse l'Europe de l'E. à l'O, et sort au cap d'Ouessant. Partout sa direction traverse des contrées affectées par des tremblements de terre. C'est donc une ligne séismique. Or une ligne à 40° avec ce grand cercle tirée de manière à passer à Kaffa sur la côte sud de la Crimée, passera justement au cap Emineh et représente donc la faille constatée par M. Favre. La prolongation de cette ligne passe par Corfou et Syracuse, points séismiques.

De plus la côte nord de la mer d'Azof est indiquée par une ligne parallèle à cette ligne et sa continuation suit les cours du Danube entre Bassova et Sistova.

De même la côte N.-O. de l'Asie Mineure entre Erekli et Amasserah, est définie par une ligne ayant la même direction.

Avec cette direction, celle de la côte E. de l'Adriatique fait un angle de 70° (soit 30° avec l'axe de Sumatra).

J'ajouterai simplement comme fait remarquable que la direction du Rhin entre Mayence et Wesel paraît faire avec ce même cercle un angle de 70° et que sa prolongation passe au sud à Malte et au nord aux îles Shetland parallèlement à la direction générale de la Grande-Bretagne. L'intersection de ces deux directions correspond comme position à un centre d'action séismique actuellement le plus remarquable de l'Europe centrale.

Les parallèles à ce grand cercle (direction de l'axe de Sumatra), sont également intéressantes comme lignes de direction de fleuves et de côtes.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante, communiquée par M. Tournouër :

Sur l'importance de la **loge centrale** *chez les* **Nummulites**, *lettre de* M. **de la Harpe**

à M. *Tournouer.*

M. Munier-Chalmas, dans une récente communication à la Société géologique de France, a émis l'idée que les Nummulites à chambre centrale et sans chambre centrale, associées par couples, ne sont que les deux âges de la même espèce.

J'ai pu discuter la question avec M. de Hantken, le célèbre nummulitologue de Hongrie, qui m'a apporté de la part de M. Munier-Chalmas lui-même, le compte rendu de la séance du 15 mars, où ses idées sont exposées. Nous nous sommes trouvés d'accord sur tous les points ; nous nous serions contentés de cet accord et nous aurions gardé le silence, si vous ne terminiez votre lettre par ces mots : « Si la solution n'est pas bonne, il ne faut pas qu'elle s'ac- « crédite dans la science. Si elle est bonne, il faut l'accepter franche- « ment ; c'est une simplification ! »

Voici donc notre réponse. Veuillez l'accueillir comme l'expression de notre manière de voir à tous les deux, et en faire l'usage que vous jugerez convenable.

Et d'abord observons que le premier germe de l'opinion de M. Munier-Chalmas se trouve dans la *Monographie* de d'Archiac et Haime. Déjà à propos de leurs *N. intermedia* et *garansensis* nous voyons qu'ils ne séparent pas les grands individus sans chambre centrale des petits à chambre centrale. Il est vrai qu'ils semblent même ignorer la présence de deux formes sous chacun de ces noms, puisqu'ils indiquent la présence d'une vacuole centrale comme un caractère de ces deux espèces. — Mais plus loin, à propos des *N. spira* et *exponens*, ils figurent, à côté des grands individus sans chambre centrale, d'autres individus plus petits, qui en ont une, et ils les nomment les *jeunes* des premiers (voir pl. X, fig. 8, a ; XI, fig. 4^b.) — Ainsi l'idée n'est pas complètement neuve.

Avant d'aborder la question elle-même, il serait bon de rectifier une expression de M. Munier-Chalmas. Il dit que « les petits indi-

« vidus ont une loge centrale *très grande*, tandis que celle des indi-« vidus de grande taille est relativement *très petite*. » Cela pourrait prêter à une fausse interprétation. Il vaudrait mieux dire que chez ces derniers elle n'est *pas visible* du tout, même a une très forte loupe, tandis que chez les premiers elle est plus ou moins grande, mais toujours *nettement apparente*.

Sur quelles raisons M. Munier-Chalmas base-t-il son opinion ?

Il en donne deux :

La première, c'est qu'il n'existe pas « *d'intermédiaires* entre ces deux formes. » Nous pensons que c'est de leur *taille*, ou de leur grandeur, qu'il veut parler; autrement cet argument se tournerait en plein contre sa manière de voir. Car il est évident que si entre deux formes il n'y a pas d'intermédiaires, on les sépare et on ne les réunit pas.

Examinons cette première question sous toutes ses faces.

Si M. Munier-Chalmas pense qu'il n'existe pas d'intermédiaire entre les jeunes de la grande espèce et les adultes de la petite, en ce concerne leur *taille*, il est dans la vérité s'il prend pour exemple les *N. lævigata* et *Lamarcki* des environs de Paris, mais il est dans l'erreur pour celles d'Angleterre, de Belgique et encore plus pour celles de Hongrie. Ici l'on rencontre fréquemment de jeunes *lævigata* (*Hantkeni*, Munier-Chalmas) que l'on ne peut distinguer *extérieurement* d'une grande *Lamarcki* du voisinage.

Parmi les *N. planulata* également, il y a un bon nombre d'individus dont la taille tient le milieu entre les petits à loge centrale, auxquels nous donnons le nom de *N. elegans*, et les grands sans loge centrale, auxquels nous conserverons le nom donné par Lamarck. Enfin pour le *N. variolaria*, Sow., le fait est plus frappant encore : on est presque toujours obligé de briser ces petites nummulites de Paris, de Bruxelles, de Gand, de Stubbington ou de l'île de Wight pour savoir si, oui ou non, elles ont une chambre centrale, et si l'on doit les ranger parmi les *N. Heberti* ou *variolaria*.

Il y a donc des *intermédiaires de taille*.

On devrait également trouver des *intermédiaires dans la spire* de ces deux formes. Si les jeunes ont une loge centrale et si les adultes, leurs compagnes, n'en ont pas, les moyennes, ces intermédiaires de taille dont nous venons de constater l'existence, devraient nous montrer le passage entre une forme et l'autre.

Si en grandissant, les nummulites « résorbent leur grande loge centrale » et qu'à sa place « elles prolongent leur spire à l'intérieur » on devrait sur cent, sur mille échantillons en trouver quelqu'un qui présente cette transformation en voie de s'opérer; on devrait voir

quelquefois cette loge en partie résorbée et cette spire naissante en partie développée. Or, cela n'est jamais arrivé.

On ne connaît donc pas d'*intermédiaires dans les ornements intérieurs*.

Quant aux *ornements extérieurs*, il n'est pas question d'intermédiaires entre les deux formes qui nous occupent; au contraire, tout le débat porte sur des formes associées, dont les surfaces sont identiques, mais dont les ornements internes diffèrent essentiellement

M. Munier-Chalmas dit encore que « d'un autre côté on ne trouve jamais les *jeunes* des nummulites à petites loges. » Ce n'est pas absolument vrai. Je possède des *N. lævigata*, dont le plus grand diamètre ne mesure que 3 millimètres, des *planulata* de 2^{mm} 1/4, des *complanata* de 14; des *Gizehensis* de 10, des *perforata* et des *Brongniarti* de 6 millimètres; c'est-à-dire qu'elles sont 5 à 7 fois moins grandes que les adultes des mêmes espèces. Ces proportions ne sont-elles pas semblables à celles que présentent en général les jeunes Mollusques comparés aux adultes ?

Nous ne pensons donc pas que l'on puisse invoquer l'*absence* des jeunes individus sans loge centrale en faveur de la thèse que nous combattons.

Mais il est un procédé direct et sûr de montrer l'erreur de ceux qui réunissent sous le même nom des nummulites aussi différentes. Il suffit de se mettre en face de la nature et la considérer attentivement.

Prenons deux individus de même taille, de même provenance et d'un même couple, pris l'un dans l'espèce sans loge centrale, et l'autre dans son homologue qui en possède une.

Prenons, par exemple, une *N. lævigata* et une *N. Lamarcki* de Stubbington, sur la côte méridionale d'Angleterre, et analysons leurs caractères.

Fig. 1. Fig. 2.

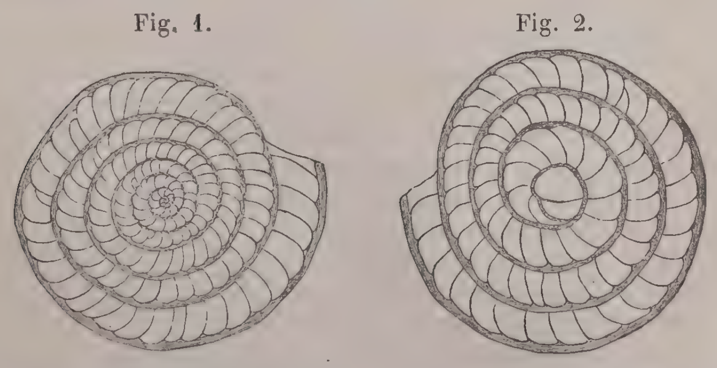


Fig. 1. *Num. Lævigata*, Lam.
Fig. 2. *Num. Lamarcki*, d'Arch., de Stubbington (Angleterre) } grossies dix fois.

La N. *lævigata* est formée d'une spire dont les tours successifs s'*écartent* suivant une proportion régulière qui va toujours *en croissant*, en d'autres termes le *pas* de la spire est régulièrement *croissant* dès le centre jusqu'au bord. Les *cloisons s'écartent* aussi d'une manière régulière en allant du centre vers le bord; à 1/2 millimètre, du centre on en compte 28 à 30; à 1 millimètre, environ 35; à 1m 1/2, environ 40 dans un tour de spire. Enfin les *chambres grandissent* dès le centre jusqu'à la circonférence d'une manière lente et régulière.

La *N. Lamarcki* elle, est formée d'une spire dont les *tours* sont à peu près *équidistants;* le premier tour est même volontiers plus large que les suivants.

La distance entre eux est subégale, le *pas* de la spire est donc *subégal*, parfois même décroissant. Les *cloisons* sont *équidistantes*, en sorte que leur nombre croît beaucoup plus rapidement d'un tour à l'autre. A 1/2 millim. du centre, on en compte 10; à 1 millimètre, 20; à 1 et 1/2, 30 dans un tour entier.

Les *chambres* sont de grandeur presque *égale* dans les diverses parties de la spire.

Ainsi, la *N. lævigata* a un pas croissant, des chambres dont le nombre et la taille grandissent lentement; tandis que la *N. Lamarcki* a un pas égal, des chambres de taille égale, et en nombre rapidement croissant.

Si de pareilles différences n'obligent pas de les tenir séparées, où trouvera-t-on jamais des caractères spécifiques?

Si nous examinons d'autres couples nous aurons dans la plupart des cas la répétition de ce que les *N. lævigata* et *Lamarcki* viennent de nous présenter.

Entre les *N. perforata* et *Lucasana*, par exemple, les différences sont très accusées. Une *Lucasana*, grande, adulte, de 9 millimètre de diamètre, a 8 tours (Dax, Biarritz). Sa spire débute par une grande loge, les tours 1er et 2e sont larges à peu près autant que la loge et plus que les suivants. Les 5 suivants sont équidistants, et les deux derniers ont une tendance marquée à se rapprocher.

Ainsi, sur un rayon de 4 millimètres 1/2, nous voyons le pas d'abord *diminuer*, puis être *égal*, puis *diminuer* encore. Le régime de la spire de la *perforata* est tout différent. Ici les tours s'écartent avec rapidité pendant les 4 ou 5 premiers millimètres, puis ils restent subéquidistants pendant 1 à 3 millimètres, puis ils se rapprochent d'une manière tantôt brusque, tantôt lente, et restent tels jusqu'au limbe. Le pas, d'abord croissant, devient donc large et égal, puis

décroissant et enfin égal mais très étroit. Sur un rayon de 4 millimètres, il est *constamment croissant*.

Entre les *N. complanata* ou *distans* et *Tchihatcheffi*, la différence est encore plus grande. Comment associer la première avec ses tours rapprochés au centre, son pas croissant jusqu'à 10 ou 15 millimètres, avec la seconde et son pas légèrement *décroissant* dès le centre à la circonférence. Dans le voisinage du centre les chambres sont dans la *Tchihatcheffi* 4 à 5 fois plus grandes que dans la première. Et cependant la *N. complanata* ne reconnaît que la *Tchihatcheffi* pour homologue à chambre centrale.

Les mêmes observations peuvent s'appliquer aux couples des :

N. Biarritzensis, d'Arch. et *Guettardi*, d'Arch.
— *planulatà*, Lam, et *elegans*, Lam.
— *irregularis*, Desh. et *subirregularis*, de la H.
— *vasca*, J et L. et *Boucheri*, de la H.
— *Puschi*, d'Arch. et *Munieri*, Hantk. et de la H.
Assil. spira, de Roissy et *subspira*, de la H.
— *exponens*, Lam. et *mamillata*, d'Arch.
— *granulosa*, d'Arch. et *Leymeriei*, d'Arch.

Dans les couples où la petite espèce possède une spire à pas régulièrement croissant jusqu'au bord, aussi bien que la grande, il est sans doute plus difficile de défendre notre thèse. Ainsi dans les couples des

N. Murchisoni, Brum. et *Heeri*, de la H.
— *Bouillei*, de la H. et *Tournoueri*, de la H.
— *Orbignyi*, Gal. sp. et *Wemmellensis*, de la H. et Van den Br.
— *contorta*, Desh. et *striata*, d'Orb.
— *Heberti*, d'Arch. et *variolaria*, Lam.

Il semblerait au premier coup d'œil que la spire de la grande pourrait passer à celle de l'autre par une simple prolongation dans la direction du centre.

Cependant, en y regardant de près, on verra que le régime de l'enroulement spiral diffère sensiblement de l'une à l'autre, et que dans la petite espèce le premier tour après la loge centrale a *toujours* des cloisons en nombre plus petit et des chambres plus grandes que dans la grande à une égale distance du centre.

En résumé, si les espèces d'un même couple ont quelques caractères communs, savoir des ornements extérieurs analogues, des cloisons de même forme et de même inclinaison, elles ont au contraire bien des caractères différents, savoir des spires dont le mode d'enroulement et de pas diffèrent, des cloisons autrement espacées et

distribuées, surtout dans le voisinage du centre, et des chambres de forme, de taille et de nombre différents.

Pour passer d'une forme à l'autre, il ne s'agit donc pas de *prolonger la spire*, mais bien de la modifier dans ses éléments essentiels. La distribution intérieure des deux formes a été faite d'après des plans d'architecture qui sont complètement différents, et qu'il est impossible de faire dériver l'un de l'autre.

Ah ! si M. Munier-Chalmas eut émis l'opinion que ces deux formes similaires sont les deux sexes de la même espèce, il eût été plus difficile de lui répondre, tant les circonstances de leur association constante, leur fréquence proportionnelle et l'analogie de leurs caractères extérieurs leur donnent l'air d'un véritable couple. Sans doute on répondra que rien dans l'organisation des Rhizopodes vivants ne permet de supposer chez eux la séparation des sexes. — Mais cette réponse est-elle concluante? — Évidemment non.

Notre conclusion est donc que dans chaque couple de Nummulites il y a des différences anatomiques telles, entre les deux formes avec et sans loge centrale, qu'il est impossible de les considérer comme les deux âges d'une même espèce. Il serait plus vraisemblable de les considérer comme les deux sexes, si nos connaissances actuelles sur la physiologie des Rhizopodes ne s'y opposaient pas.

Nous prions M. Munier-Chalmas d'accueillir avec bienveillance notre opposition à ses vues. Du reste ces divergences tout académiques ne diminueront en rien les sentiments d'estime et d'affection que nous ressentons pour lui.

M. **Tournouër** présente les observations suivantes :

Guidé par les observations même de la Harpe, j'ai pu en vérifier l'exactitude sur les quatre couples de Nummulites les plus répandues dans le bassin de l'Adour, c'est-à-dire :

N. *perforata* et *Lucasana*,
— *complanata* et *Tchihatcheffi*,
— *exponens* et *mamillata*,
— *intermedia* et *garansensis*.

Dans ces quatre couples, les deux formes se distinguent facilement par les divers caractères si bien analysés par M. de la Harpe; la spire à loge centrale d'un individu de la petite espèce ne pourrait pas être substituée à la spire embryonnaire et parfaitement régulière d'un individu de la grande espèce. — La petite ne peut donc pas être considérée comme la jeune de la grande, d'après les idées du moins que l'on se fait du développement normal et ordinaire d'une coquille en-

roulée sur un plan horizontal et cloisonnée, comme sont celles des Nautilidées et des Ammonitidées.

Mais le fait de l'association constante de ces deux formes homologues, ce fait paléontologique curieux, si bien mis en lumière par MM. de la Harpe et Hantken, et qui a servi de point de départ à la discussion, ce fait n'en reste pas moins bien singulier.

S'il y a des *intermédiaires de taille* entre les deux espèces d'un même couple, comme l'a dit M. de la Harpe; si le minimum de taille de la grande espèce peut descendre jusqu'au maximum de la petite et peut-être même un peu au-dessous, comme le prouvent les exemples cités par M. de la Harpe, — il me paraît cependant qu'on peut toujours dire avec M. Munier-Chalmas qu'on ne trouve vraiment pas de *jeunes* de la grande espèce; du moins je n'en ai pas encore trouvé pour ma part dans les couples susdits. Je veux dire ceci : dans une carrière quelconque de *N. perforata*, par exemple, qui forme dans le bassin de l'Adour par son agglomération des collines entières, on peut être assuré d'avance que toutes les petites Nummulites jusqu'à un diamètre de 6-8 millim. seront des *lucasana* à loge centrale; et toutes les grandes, depuis ce diamètre jusqu'à celui de 20 ou 25 millim. seront des *perforata* sans loge centrale; mais on ne pourra pas (moi, du moins, je n'ai pas pu) établir une série descendante de *perforata*, depuis 25 ou 20 millim. jusqu'à 2 ou 1, et parallèle par la base à la série de la *lucasana*, ce qui devrait être.

De même pour l'*intermedia* de Biarritz ou de Gaas : toutes les grandes, depuis 10 millim. jusqu'à 6 ou 5, seront des *intermedia*; toutes les petites, depuis 4 ou 5 milim. jusqu'à 2 ou 1, seront des *Fichteli* ou *garansensis* à loge.

Malgré les différences de caractères internes, les deux séries qui s'accompagnent toujours, semblent se suivre et se compléter.

Il y a là évidemment un rapport, un lien zoologique quelconque à déterminer, et j'ai de la peine, je l'avoue, à me défendre de l'idée émise par M. Munier-Chalmas, qu'il y a là non pas deux *espèces* au sens ordinaire du mot, mais plutôt deux *formes*, deux *modes* successifs d'un même type organique, méritant d'ailleurs de conserver deux noms distincts.

Quelque étrange qu'il paraisse avec son effet rétroactif, et quelque brusque que soit le changement de plan, est-il impossible à concevoir dans certains organismes inférieurs ?

Les Rhizopodes ne sont pas des Céphalopodes; les Nummulites ne sont pas des Ammonites, malgré l'analogie de leur coquille cloisonnée où les loges devaient jouer certainement un rôle absolument différent par rapport à l'animal et aux stades de son développement, et ces

petits corps appartiennent à une classe inférieure d'organismes où l'*espèce* n'a pas la même signification zoologique que dans des classes plus élevées où l'on est trop porté souvent par habitude d'esprit à prendre ses types de comparaison.

En résumé, j'admets les caractères différentiels reconnus par M. de la Harpe entre les petites Nummulites à loge centrale et les grandes Nummulites d'un même couple qui en sont dépourvues.

Ces caractères me paraissent tels qu'ils auraient une valeur *spécifique* certaine, s'il s'agissait de coquilles de mollusques.

Mais en matière de Rhizopodes, et étant données les conditions particulières des faits constatés, cette valeur me laisse des doutes, et l'hypothèse de M. Munier-Chalmas qui verrait dans ces différences l'expression de deux états ou *modes* d'un même *type* organique, ne me paraît pas inadmissible.

M. **Munier-Chalmas**, répondant aux critiques de M. de Laharpe, dit qu'il a émis dans sa première note, du reste fort courte, *deux hypothèses personnelles*, tout à fait distinctes. A savoir : 1° que les *Nummulites* étaient *dimorphes* ; 2° que les individus *à petite loge centrale* descendaient d'individus *à grande loge centrale.*

La première de ces hypothèses, qu'il considère comme étant la plus importante, est aujourd'hui un fait acquis. De nouvelles observations sur les *Nummulites Murchisoni*, *N. Pratti*, *N. complanata*, *N. perforata*, *N. Brongniarti*, *N. Garansensis*, *N. Aturiœ*, etc., etc., ont confirmé que chaque espèce est représentée par deux stades : 1° des individus plus petits et à grande loge centrale; 2° des individus plus grands, mais à loge centrale très petite. Ces deux phases indiquent également des formes relativement *adultes ;* car les individus à grande loge présentent sur leur pourtour, comme ceux du deuxième stade, des cloisons très serrées.

Il existe encore d'autres modifications secondaires que je signalerai plus tard. Quant à expliquer ce dimorphisme par une différence de sexe, on ne peut s'arrêter un seul instant à cette idée qui est contraire en tous points à l'organisation et à la morphologie des Rhizopodes.

Quant à la deuxième hypothèse, qui est relative à la descendance des espèces à petites loges, elle peut encore paraître susceptible de différentes interprétations. M. Munier-Chalmas l'a admise d'après de nombreuses recherches. Les observations de M. Raoul Tournouër démontrent également qu'étant donnée une des espèces qu'il a étudiées, on peut dire avec certitude que tous les individus compris au-dessous d'une taille x, sont à grande loge, tandis que tous ceux qui

sont au-dessus de cette même taille x, sont à petite loge. Ce fait paraît être général.

Séance du 24 Janvier 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. FALLOT (EMMANUEL), docteur en médecine, rue du Cardinal Lemoine, 67, à Paris, présenté par MM. Munier-Chalmas et Bergeron.

Il annonce ensuite trois présentations.

M. Daubrée présente l'ouvrage de M. **Baltzer** sur le contact du granite et des formations calcaires dans l'Oberland bernois.

A propos de la note de M. Stuart Menteath, insérée au dernier compte rendu sommaire, M. **Hébert** présente les observations suivantes :

Le terrain pénéen *de la* Rhune *et l'étage* corallien des Pyrénées,

Par M. Hébert.

N'ayant pu assister à la séance du 10 Janvier, dans laquelle M. Stuart-Menteath a exposé les résultats de ses recherches dans les Pyrénées, je prie la Société de me permettre de présenter deux observations sur cet important travail.

Dans le *compte rendu sommaire* de cette séance je lis cette phrase : « Le Permien de la Rhune de MM. Garrigou et Magnan est une simple erreur stratigraphique. » Je ne veux point justifier le travail de MM. Garrigou et Magnan sur la Rhune, mais je dois rappeler que la Société géologique dans sa réunion extraordinaire à Bayonne a constaté (1), sur le versant méridional de la petite Rhune, un ensemble de couches composées de granwackes, de conglomérats et de schistes rouges qui, d'une part, repose sur les schistes à flore houillère et à couches de charbon, et de l'autre, est recouvert, dans l'ordre ascendant, par la série suivante :

(1) *Bull.* 2e série, t. XXVIII, p. 825, 1866.

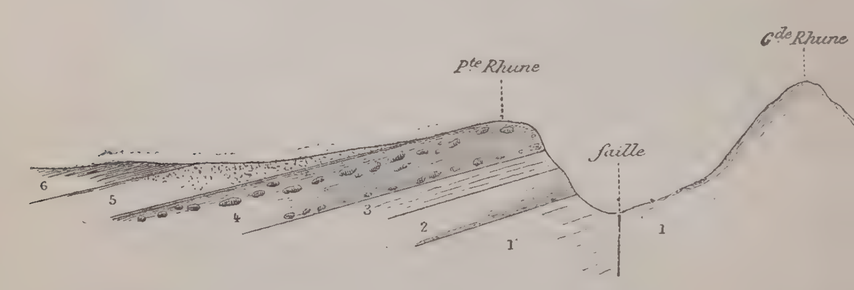
1° Poudingues à galets de quartz roulés et impressionnés, comme ceux des grès vosgiens (1).

2° Grès rouges, plus ou moins bigarrés, blancs et micacés au haut.

3° Argiles feuilletées et versicolores avec pointement d'ophite au milieu.

Ces dernières couches, qui plongent au Nord, constituent le versant septentrional de la petite Rhune. Tous les membres présents y ont reconnu le Trias normal des Vosges, et ont admis que les schistes, granwackes et conglomérats rouges, si semblables d'ailleurs à ceux qui se montrent dans l'Hérault au même degré de l'échelle stratigraphique, appartiennent au terrain pénéen ou permien.

Cela me paraît encore aujourd'hui tout à fait incontestable. Malheureusement cette importante observation n'a été mentionnée dans le *Bulletin* que très brièvement. J'en donne ici une figure approximative, telle que je la trouve dans mes notes de 1866.



1. Schistes dévoniens.
2. Schistes houillers.
3. Conglomérats pénéens.
4. Grès vosgiens.
5. Grès bigarrés.
6. Marnes irisées (2).

La seconde observation est relative aux fossiles coralliens que M. Stuart-Menteath a découverts à 3 kilomètres de Saint-Pé, et qu'il a bien voulu nous communiquer. A côté de la *Rynchonella inconstans*, l'une des espèces les plus communes de cet étage, se trouve une variété de la *Terebratula insignis* tout à fait identique à celle de Nattheim ; la variété étroite de la *Terebratula Zieteni* de Loriol (*Ter. bisuffarcinata* Ziet. non Schl.) que j'ai recueillie dans le Corallien inférieur à Ecommoy (Sarthe), dans les couches supérieures de la zone à *Amm. tenuilobatus* de Baden (Argovie), et qui abonde à Geilles, près

(1) Un banc semblable de poudingues à galets impressionnés se montre auprès de Toulon, à la base du grès bigarré.

(2) Cette coupe n'est point à l'échelle ; l'épaisseur des couches et le relief n'y sont figurés que d'une manière tout à fait approximative.

Oyonnax (Ain), dans des marnes appartenant à l'Oxfordien le plus supérieur, immédiatement au-dessous des couches à *Cidaris florigemma, Glypticus hieroglyphicus*, etc., ainsi que nous avons pu le constater, M. Munier-Chalmas et moi. Dans la même couche que cette *Terebratula Zieteni*, nous avons recueilli à Oyonnax l'*Ammonites prenuntians* Fontannes, de la zone à *Ammonites tenuilobatus* (1). Une autre Rynchonelle est identique avec une espèce que M. Munier-Chalmas a rencontrée dans le Corallien inférieur de Tournus.

Cette découverte de M. Stuart-Menteath prouve l'existence dans les Pyrénées occidentales d'une zone placée à la base de l'étage corallien, étage déjà signalé dans les Pyrénées centrales par M. Leymerie et par moi (2) : à Bize (Hautes Pyrénées) ; à Hennemorte et Arbon (Haute-Garonne) ; à Saint-Sauveur près Foix (Ariège), couches 3 et 16. Tous ces gisements montrent un calcaire à Nérinées très compact, marmoréen, tantôt noir, tantôt blanc, et par conséquent très différent minéralogiquement du gisement de Saint-Pé. Dans ce calcaire à Nérinées j'ai pu reconnaître quelques espèces du Corallien du bassin parisien (3).

Tous les travaux qui s'exécutent sur les Pyrénées montrent qu'il y a beaucoup à faire dans cette région, que l'on y rencontre à chaque pas des faits nouveaux et intéressants, et l'on ne saurait trop encourager M. Stuart-Menteath à poursuivre ses recherches.

M. **Stuart-Menteath** dit qu'il a voulu seulement contester la discordance indiquée par MM. Garrigou et Magnan entre les grès rouges et les conglomérats de la Rhune.

M. Michel Lévy fait la communication suivante :

Sur les **Schistes micacés** *des environs de* **Saint-Léon** (*Allier*).

par M. **Michel-Lévy.**

Les dislocations subies par les terrains de transition qui occupent un vaste espace au Nord et à l'Est du plateau central, et la grande rareté des gîtes fossilifères qu'ils présentent, compliquent singulièrement l'étude de ce bassin ancien ; il constitue un des problèmes géologiques les plus difficiles à résoudre, et c'est à peine si l'on peut actuellement en tracer les grandes lignes.

(1) C'est un fait qui s'ajoute à beaucoup d'autres pour montrer que dans le Bugey la zone à *A. tenuilobatus* est inférieure au Glypticien.

(2) *Bull.* 2e série t. XXIV, pages 341, 348, 354 et 355.

(3) Loc. cit. p. 342 (note).

On y a successivement prouvé l'existence de schistes à empreintes végétales du Culm (Loire, Mâconnais, Beaujolais), de calcaire carbonifère (Regny), de schistes carbonifères marins (entre Cusset et l'Ardoisière); enfin nous avons, en 1879, rapporté de Diou (Allier), et soumis à l'examen de M. Douvillé plusieurs fossiles qui proviennent d'une couche de marbre appartenant au Dévonien et probablement au Dévonien supérieur; ce marbre se trouve superposé à un ensemble de schistes et de quartzites foncés.

Ainsi, de même que dans les Vosges, il faut ici reconnaître et suivre, au milieu des éruptions multiples qui les ont accompagnées, les couches du Dévonien et du Carbonifère. Mais, en plusieurs points, on est amené à reconnaître des indices de terrains plus anciens encore.

Il existe, aux environs de Saint-Léon (Allier), un lambeau de schistes et de grès dont les affleurements redressés pointent comme des îlots, au milieu du manteau pliocène qui les recouvre en grande partie; appuyés au N.-O. sur une lisière de granite, ils disparaissent au S.-E. le long d'une grande faille qui les fait buter contre les grès rouges permiens du bassin de Bert. M. Boulanger les a, avec raison, rapportés au terrain de transition (1).

Appelé, au printemps de l'année dernière à en étudier les contours pour le service de la carte géologique détaillée de la France, nous avons été frappé du faciès très spécial que présentent ces assises; en voici la coupe de bas en haut, du N.-O. au S.-E.

I. *a*) Schistes micacés jaunâtres et noirâtres du Châtelier à Châtel-Perron.

b) Couche de marbre continue sur 10 kil. de longueur, du moulin de la Roche aux Écures, et contenant à la carrière sous Saint-Léon une couche d'Amphibolite.

c) Schistes tachetés sous la Vieille-Font.

Les couches (*a*) sont certainement antérieures au granite sur lequel elles reposent, mais qui les a disloquées, injectées, et métamorphisées. Il nous paraît très probable que le granite est de même postérieur aux couches (*b*) et (*c*); en tout cas, cette roche éruptive reparaît, à la carrière d'Arène des Thomas, au toit de la couche de marbre, et elle en englobe de gros fragments au nord de Châtel-Perron.

Les couches qui vont suivre sont postérieures au granite à mica noir, elles sont toutes percées par des filons de granulite à mica blanc.

(1) Stat. géol. de l'Allier, 1844, p. 99.

II. *a*) Poudingue peu puissant, composé de galets de schistes micacés, bien visible à 300 m. au nord de l'église de Saint-Léon.

b) Grès blancs ou jaunâtres, passant à des quartzites. Ils forment une première traînée continue de hauteurs, du point 375 au N.-N.-E. du Puy de Saint-Léon, jusqu'au S.-S.-O. du point 406, près Montpéroux. On en retrouve une autre traînée moins continue du Colombier à la Petite-Loge.

III. Ces grès plongent sous un puissant système de Schistes, les uns satinés et très feuilletés (de la Douaire au Puy), les autres noirs et charbonneux (les Plans, la Bournatotte).

Il est difficile d'estimer la puissance de cet ensemble dont le plongement général vers le S.-E. est très variable. Nous estimons que les schistes micacés dépassent 500 m., les grès 200 m., les schistes supérieurs 800 m.

Comment se relie ce lambeau de Saint-Léon avec les terrains anciens du Morvan et ceux de l'Allier entre lesquels il sert topographiquement de trait d'union? Son apparition est intimement liée à la configuration générale du Morvan, et aux deux soulèvements principaux qui ont modelé son relief. Un premier plissement intercalé entre les couches du Culm et celles de Rive-de-Gier, a déterminé une série de vallées profondes E.-N.-E., dans lesquelles se sont déposés les bassins houillers et permiens d'Autun, du Creuzot, de Bert, etc. Puis un second soulèvement de même direction s'est produit entre le dépôt des grès rouges de Montcenis et celui du grès bigarré (arkoses triasiques); il a donné naissance à de grandes failles dont l'une, celle du Creuzot, se suit d'un côté jusqu'à la Serre et de l'autre jusqu'à Saint-Léon.

Les terrains anciens de Saint-Léon jouent donc, par rapport au bassin de Bert, le même rôle que la grauwacke de Montcenis par rapport au Creuzot, ou le massif méridional du Morvan par rapport au bassin d'Autun.

C'est à l'étage des *schistes micacés* de Saint-Léon que nous bornerons la présente étude; ils représentent un type pétrographique identique à certaines variétés des schistes de Saint-Lô. Mais avant d'entrer dans leur description détaillée, nous ferons remarquer que les grès du Puy de Saint-Léon occupent ici exactement la position stratigraphique des grès à bilobites auxquelles ils ressemblent singulièrement par leur faciès minéralogique; il en résulterait que les schistes supérieurs représenteraient en partie ceux d'Angers. Nous n'avons découvert jusqu'à présent aucune trace de fossiles dans les environs de Saint-Léon; mais notre impression est qu'on pourra y démontrer un jour l'existence du Silurien.

Granite. Le granite appartient ici au type à grands cristaux, dit porphyroïde, si répandu dans le Morvan et dans le plateau central (Alligny, Lormes, Coudes.) A la carrière du Châtelier, c'est-à-dire vers le N.-E., il présente la composition suivante :

I. *Minéraux de première consolidation.* Apatite assez abondante. — Biotite brune à contours hexagonaux, généralement très brisée et présentant en inclusions de petits cristaux très réfringents autour desquels se développe une couronne d'un polychroïsme plus intense que le reste du mica ; ces petits cristaux paraissent devoir être rapportés parfois au sphène, parfois au zircon ; ils ne sont pas ici susceptibles d'une détermination rigoureuse. — Débris d'oligoclase et d'orthose.

II. *Minéraux de seconde consolidation*, formant le ciment de la roche. — Oligoclase rare. — Orthose en grandes plages, constituant les cristaux dits porphyroïdes. — Quartz dépourvu de formes cristallines propres et moulant les autres éléments de la roche, ou encore à l'état de quartz de corrosion filiforme dans les bords des cristaux de felsdpath de première consolidation. Le quartz contient de nombreuses inclusions aqueuses de tailles très diverses et de formes irrégulières.

Le granite de la région S.-O., aux environs des Bardets et de Châtel-Perron, se charge de hornblende verte et rappelle alors la roche connue sous le nom de syénite dans les Vosges. C'est souvent une très belle roche, à éléments très intacts et très frais ; elle présente parfois, en plus des minéraux que nous venons de décrire, du microcline de seconde consolidation et quelques débris de labrador. La hornblende paraît mouler une partie des éléments feldspathiques. Ces derniers présentent de belles zones d'accroissement dont les extinctions ne se produisent pas simultanément entre les nicols croisés.

Le granite englobe fréquemment des débris d'une roche plus ancienne, plus finement grenue, dans laquelle nous ne pouvons voir de simples accidents de cristallisation de la roche encaissante ; on en trouve de beaux exemples le long de la route de Vaumas à Saint-Léon, ou encore dans la carrière des Thomas. Les fragments empâtés sont souvent bréchiformes, parfois de grande taille et dépassant plusieurs mètres cubes. Ils se rapportent à un type de leptynite amphibolique : l'orthose en cristaux allongés et la hornblende verte y dominent. Il y a en outre du mica noir, de l'oligoclase, du quartz, parfois du sphène et du fer oxydulé. C'est un type que l'on trouve fréquemment associé aux gneiss dans le Morvan.

Schistes micacés. Les schistes micacés sont tout entiers plus ou moins transformés par les actions métamorphiques qu'ils ont subies ;

mais autant il est difficile de recueillir des échantillons indemnes de toute transformation, autant il nous paraît aisé d'indiquer le type vers lequel ils tendent, quand on s'éloigne de la bordure granitique dans la direction du S.-E.

1° *Schistes non modifiés ou séricileux.* Ils sont brunâtres ou jaunâtres, assez fissiles; on y pressent à l'œil nu la nature finement micacée du ciment. En plaques minces, au microscope, ils se montrent composés de grains de quartz brisés, anguleux, cimentés par de petites paillettes en désordre d'un mica blanc séricileux et par des agrégats de chlorite. On y trouve en outre quelques débris très rares de feldspath triclinique, quelques paillettes de fer oligiste, quelques grains de fer oxydulé.

Il est intéressant de discuter l'origine des principaux de ces éléments. Les grains de *quartz* sont clastiques et rappellent ceux de plusieurs grès plus récents. Leurs inclusions, toujours aqueuses, sont rares et de très petite taille; on peut en induire qu'ils n'ont pas été arrachés à un granite; ils ressemblent à ceux que présentent certains gneiss.

L'origine de la *chlorite* et de la *séricite* est plus difficile à spécifier. La chlorite est-elle due à la décomposition de débris de mica noir et la séricite à celle de fragments d'orthose? Quelques échantillons recueillis entre le moulin de la Roche et le Châtelier nous ont montré la séricite épigénisant un minéral grenu qui pouvait fort bien représenter les contours d'anciens grains feldspathiques. D'autres échantillons, notamment aux environs de Châtel-Perron, laissent voir la séricie uniformément répartie, comme si elle datait du dépôt même de la roche.

2° *Première transformation. Métamorphisme de contact, schistes micacés.* Lorsqu'on approche de la lisière granitique, les schistes deviennent plus micacés et plus foncés. Ils subissent un métamorphisme très simple dont le terme ultime est la transformation de la roche en un agrégat de granules réguliers et arrondis de quartz, cimentés par les feuillets nettement rubanés d'un mica noir de consolidation postérieure, qui remplace définitivement le ciment primitif de séricite et de chlorite.

Le *quartz* présente les mêmes caractères que précédemment; les inclusions y sont extrêmement rares et de très petite taille. Mais ses angles aigus et son aspect clastique ont fait place à des contours arrondis et parfois même à une tendance marquée vers les formes dihexaédriques; il affecte donc une structure tout à fait analogue à celle qui caractérise le quartz de seconde consolidation des granu-

lites et des micro-granulites. La grosseur moyenne des granules de quartz, à la carrière du Châtelier, est de 0^{mm} 04.

Pendant cette première phase du métamorphisme, le *mica noir* commençait à se développer aux dépens de la chlorite et de la séricite : on aperçoit fréquemment de très petites lamelles régulièrement arrondies de mica noir en inclusions dans les granules de quartz.

Mais la majeure partie du mica noir s'est définitivement consolidée après le quartz qui est moulé de la façon la plus évidente, comme le démontre l'examen des plaques minces taillées parallèlement ou perpendiculairement à la schistosité. Le mica se compose ici de lamelles brunes, à clivages bien marqués (diamètre moyen, 0^{mm} 08. épaisseur moyenne perpendiculairement à la base, $0,^{mm}$ 03), enchevêtrées les unes avec les autres, ne présentant pas de contours polyédriques réguliers, et disposées de façon que leur clivage facile est à peu près parallèle à la schistosité. Le polychroïsme est très intense dans les tons bruns, le minéral très pur, limpide et dépourvu d'inclusions, sauf toutefois quelques microlithes opaques, aiguillés, rappelant la gœthite et orientés en étoiles hexagonales.

La façon dont ce mica moule les granules de quartz mérite une description détaillée : les lamelles de mica ne s'incurvent pas autour du quartz, malgré leur élasticité bien connue; la place de ce dernier est comme découpée à l'emporte-pièce et une pareille disposition exclut l'hypothèse d'un dépôt sédimentaire successif auquel aurait succédé une forte compression, moulant le mica sur les grains préexistants de quartz; car dans ce cas les lamelles du mica se seraient incurvées autour des granules résistants. Quant à leur développement sur place, par feuillets parallèles à la stratification, il peut s'expliquer par l'aplatissement des cristaux parallèlement à leur clivage facile et par la moindre résistance de la roche dans cette direction. C'est ainsi que dans les creusets de plombagine qui servent à la fusion du bronze des monnaies, après une vingtaine d'opérations, il se produit de nombreuses paillettes de graphite de grande dimension, orientées parallèlement aux parois du creuset, dont un fragment simule parfaitement une roche schisteuse micacée.

Dans les variétés de schistes micacés à demi transformés, le mica noir paraît mouler ce qui subsiste du ciment primitif de séricite. Cette observation nous amène à décrire une variété de schistes à demi transformés qu'on observe près de Saint-Léon, sous les bâtiments de la Vieille-Font. La roche est ici à grain plus fin qu'au voisinage de la carrière du Châtelier; on y observe également un développement de quartz granulitique et de mica noir; mais il y a en outre de nombreux noyaux dans lesquels le mica noir est très rare

et la séricite encore intacte; le fer oxydulé et le mica blanc en grandes lamelles, se montrent accessoirement çà et là. A l'œil nu, la roche simule un schiste maclifère; mais comme nous venons de le voir, les noyaux ne constituent ni des macles, ni un minéral individualisé; ce sont simplement des parties de schiste incomplètement transformé, c'est un *schiste glanduleux* ou *tacheté*.

En résumé, la structure du mica noir est remarquable et très caractéristique dans les schistes micacés métamorphiques : il est feuilleté comme celui des gneiss et des micaschistes; comme ce dernier, il est généralement dépourvu de contours polyédriques réguliers. Dans les roches granitoïdes éruptives, le mica noir est généralement un des minéraux dont la consolidation s'est effectuée le plus anciennement; il présente habituellement des formes extérieures cristallines, avec des traces de brisures et de corrosion attestant les mouvements et les actions chimiques qu'il a subis depuis sa cristallisation.

Ainsi le mica noir des schistes micacés se rapproche par certains caractères communs de celui des roches gneissiques, et se distingue, comme ce dernier, du mica des roches granitoïdes. Mais, dans les gneiss, le mica noir a ses feuillets disloqués par la majeure partie du quartz et du feldspath, tandis qu'ici nous avons vu ce minéral jouer le rôle de ciment de dernière consolidation. Ce rôle ne lui appartient pas toujours, et il nous reste à examiner, à ce point de vue, la zone de contact immédiat avec le granite.

3° *Seconde transformation. Apport et injection du magma granitique. schistes micacés feldspathiques.* Jusqu'à présent, nous n'avons eu à constater que le développement sur place de minéraux métamorphiques; il n'y a pas eu apport mécanique, et de nombreuses analyses faites sur des schistes similaires, prouvent, comme nous le verrons plus loin, que la composition chimique reste sensiblement la même.

De plus la transformation que nous venons d'étudier s'étend à peu près à toute la bande des schistes micacés de Saint-Léon, c'est-à-dire à une bande dont la largeur horizontale atteint jusqu'à 800 mètres d'amplitude.

Il nous reste à étudier la zone de contact immédiat du granite et des schistes; grâce à l'ouverture d'une carrière située précisément à ce contact, au Châtelier, sur la rive orientale du ruisseau qui descend du moulin de la Roche, nous avons pu recueillir de nombreux échantillons bien conservés de cette zone, et dont plusieurs présentent côte à côte le granite et les schistes.

On peut recueillir également des échantillons analogues à environ

200 m. au Nord de la carrière de marbre des Ecures, près le Colombier, au Sud-Est de Châtel-Perron.

Au contact des schistes micacés, le granite en englobe de nombreux fragments ; il se ramifie et y envoie des anastomoses que l'on ne peut, à proprement parler, comparer à des filons, à cause de leur peu d'étendue. Mais en outre, sa substance injecte finement certains délits des schistes, parallèlement à leur stratification, et l'on peut recueillir à quelques mètres du granite des roches rubanées où l'on voit à l'œil nu de nombreuses alternances de lits noirs micacés, et de petites veines feldspathiques, finement grenues, roses ou blanches. L'épaisseur de ces veines varie de quelques millimètres à un ou deux centimètres. Parfois même l'apparence est celle de certains gneiss glanduleux.

Le microscope décèle, dans ces schistes finement injectés, deux variétés principales ; dans l'une la dislocation des éléments du schiste micacé est complète ; dans l'autre, ils se juxtaposent régulièrement aux éléments injectés.

I. *Dislocation totale ou superposition.* Le quartz granulitique et le mica noir des schistes micacés nagent pour ainsi dire par petits éléments disjoints dans les plages de plus grande dimension, orthose, oligoclase, quartz, qui constituent l'apport granitique. Il y a une réelle superposition des deux roches ; les éléments du granite jouent le rôle de ciment par rapport à ceux du schiste micacé, passés à l'état de débris de première consolidation. Seulement il est à remarquer qu'ici le granite est réduit à ses éléments de seconde consolidation ; son mica noir habituel en grands cristaux fait entièrement défaut, et ne peut être confondu avec les petites lamelles souvent encore orientées, malgré leur dislocation, du mica des schistes. Les échantillons provenant des Ecures présentent surtout ce type par superposition ; il existe aussi à la carrière du Châtelier, mais il passe fréquemment au suivant.

II. *Injection ou juxtaposition.* Les éléments d'injection granitique se font plus petits et se rapprochent par leur taille de ceux des schistes ; cependant ils ont encore habituellement un diamètre double ou triple. Ils alternent par bandes souvent très fines, de telle sorte qu'on voit au microscope, dans les plaques taillées perpendiculairement à la schistosité, une bande de schistes micacés (quartz granulitique, ciment de mica noir rubané), puis une bande d'éléments granulitiques un peu plus gros (quartz, orthose, oligoclase), etc. Le contact de deux bandes successives est intéressant à à observer. Il y a dislocation des éléments de la bande micacée par ceux de la bande feldspathique. Parfois même cette dislocation,

quoique bien moins marquée que dans le type par superposition, s'étend à toute la roche et les bandes alternantes ne se distinguent plus que par la plus ou moins grande abondance du mica noir. Seulement ce dernier ne joue plus le rôle de ciment, qui est dévolu au feldspath et au quartz granitiques.

Ainsi le métamorphisme subi par les schistes micacés, suivi d'une injection des éléments de seconde consolidation du granite, nous amène à un type de roche dont la comparaison avec le gneiss s'impose forcément à l'esprit. Les travaux de MM. Lory, Gümbel, etc., paraissent avoir confirmé l'existence de deux grands étages de gneiss ; l'inférieur (gneiss granitoïdes), relativement homogène, le supérieur (gneiss et micaschistes), plus varié et comprenant des intercalations de bancs de cipolins, de lits de leptynites et d'amphibolites.

L'étude des couches calcaires, régulièrement interstratifiées dans ce dernier étage, sur des kilomètres de hauteur et de longueur, notamment dans les Alpes, amène à la conclusion que ces roches si éminemment cristallines ont été primitivement des roches de dépôt. Or l'examen microscopique y démontre la rareté des éléments clastiques ou de première consolidation et la grande prédominance des éléments authigènes, pour employer une expression due à M. Kalkowsky (1); leur structure est franchement granulitique et ne se distingue guère de celle que présentent les roches granitoïdes éruptives. Un seul minéral fait exception, c'est le mica noir qui s'y montre en feuillets orientés, mais disloqués. Nous avons insisté plus haut sur ses caractères spéciaux qui empêchent de le confondre avec celui des roches granitoïdes. Il est vraisemblable que dans la plupart des gneiss, ce mica constituait primitivement des feuillets continus, et alors il devait complètement ressembler à celui des schistes micacés de Saint-Léon. Du reste, ne voyons-nous pas aussi à Saint-Léon les mêmes feuillets se montrer disloqués après l'injection des éléments du granite?

Nous ne pousserons pas plus loin cette comparaison entre des phénomènes métamorphiques de contact et d'injection locale par une roche granitoïde, et ceux que le métamorphisme général a développés sur une plus vaste échelle. Mais le parallélisme dans la production des minéraux caractéristiques des gneiss et des schistes micacés, nous induit à repousser tout au moins la distinction que MM. Gümbel et Kalkowsky ont cherché à établir entre les granites associés aux gneiss, (Lager-granit), qui d'après eux en seraient contemporains, et les granites massifs, (Stock-granit).

(1) Ueber die Erforschung der archaïschen Formationen, Neues Iahrb. 1880.

L'action du granite ou de la granulite sur les gneiss a amené la production de gneiss granitiques ou granulitiques; cette action a dû et pu se produire à des époques très différentes et en tous cas bien postérieures au dépôt primitif de la roche gneissique, tout comme, à Saint-Léon, l'action similaire du granite sur les schistes micacés est bien postérieure à leur première formation.

Résumé. — Si nous récapitulons les faits exposés précédemment, nous trouverons que les schistes micacés de Saint-Léon se sont présentés à nous sous trois états distincts; ils constituent primitivement des roches clastiques composées de grains brisés de quartz cimentés par de la séricite et de la chlorite.

Le métamorphisme de contact du granite transforme les grains brisés de quartz en granules arrondis, puis y développe un ciment de mica noir feuilleté. Enfin l'injection à courte distance des éléments de seconde consolidation du granite amène une nouvelle poussée de fedspath et de quartz granulitiques, qui disloquent les éléments précédents, tout en respectant la schistosité primitive. Le dernier stade de ces roches modifiées rappelle à bien des points de vue certaines variétés de gneiss plus anciens.

Notons ici une objection qui se présente à l'esprit au sujet de la postériorité de l'injection des veinules granitiques, par rapport au développement métamorphique du mica noir. Cette postériorité ne nous paraît pas douteuse, et d'autre part, c'est bien au granite qu'il faut rapporter le métamorphisme précédent ; car il n'est pas particulier aux schistes de Saint-Léon et se vérifie dans un grand nombre d'autres zones de contact. Cette apparente contradiction tend à prouver que l'injection des éléments granitiques s'est produite avec une plus grande lenteur que le métamorphisme dû à son contact.

Extension des schistes micacés dans le Morvan. — La bande de terrains anciens que l'on recoupe de Saint-Honoré à Luzy (Nièvre), se termine contre le granite par une zone de schistes maclifères que l'on peut suivre sur plus de 20 kilomètres de longueur, jusqu'au Sud de Mont près Bourbon-Lancy. Vers l'Ouest, les schistes maclifères disparaissent rapidement sous des schistes et des quartzites que nous considérons comme dévoniens. Vers l'Est, ils touchent le granite, qui en contient quelques enclaves, notamment à la Mallevelle près Grury; mais le contact immédiat des deux roches se laisse difficilement observer et ne présente pas les variétés instructives de la carrière du Châtelier.

Par contre le métamorphisme de contact produit ici en dernier lieu une roche remarquablement constante, dans toute cette longue bordure. Elle est noire, compacte, peu schisteuse. Sa cassure fraîche

laisse apercevoir quelques points micacés. Par décomposition, la roche jaunit, devient plus feuilletée et se montre criblée de petits noyaux brunâtres qui rappellent entièrement ceux des schistes maclifères de Bretagne.

L'examen microscopique y décèle un magma composé presque exclusivement de petits granules de quartz (diamètre moyen = $0^{mm}01$) cimentés par de nombreuses paillettes de mica noir irrégulièrement orienté.

Quant aux noyaux, ils sont constitués par un minéral légèrement fibreux, polarisant assez faiblement dans les teintes gris-bleuâtre entre les nicols croisés, et s'éteignant suivant sa longueur, qui correspond au plus grand axe d'élasticité. Le polychroïsme est nul en plaque mince. Il n'y a aucune apparence des macles qui, d'après M. Rosenbusch, caractérisent le dipyre, et nous pensons que l'on a affaire à la chiastolite. Elle englobe un grand nombre de petits grains de quartz et quelques rares lamelles de mica noir. Le fer oxydulé, ici très accessoire, est un peu plus abondant dans les noyaux que dans la pâte; le fer oligiste est rare.

A la Theugne, sur le revers oriental du Mont, la chiastolite a subi une dégénérescence intéressante; elle se colore par places en jaune serin et perd alors toute action sur la lumière polarisée. Ses noyaux contiennent à leur centre un fin agrégat de matière charbonneuse.

A la sortie Nord-Est de Cressy-sur-Somme, au voisinage des dykes de porphyrite amphibolique qui percent cette région, les schistes maclifères se chargent d'amphibole.

Au moulin de Mont-Petit, l'approche de filons minces de granulite a amené dans les schistes maclifères le développement de quelques grandes lamelles de mica blanc et de cristaux de tourmaline.

En somme, on voit que l'on n'a pas affaire ici à de simples schistes tachetés, mais à de véritables *schistes micacés maclifères.*

MACONNAIS ET BEAUJOLAIS. — Les environs de Matour présentent une coupe des terrains anciens où, sous le Carbonifère bien caractérisé, on voit se développer des schistes et des quartzites alternant avec de puissants filons interstratifiés de diabases à ouralite, probablement de même âge que les roches dioritiques d'Anost dans le Morvan. C'est ici le dernier terrain postérieur au granite. Mais sous les affleurements rocheux que constituent ces belles roches diabasiques, on voit souvent des lambeaux de schistes micacés, tachetés ou maclifères, en partie disloqués et empâtés dans le granite. Nous citerons, comme exemples, la Grande-Roche et Villard près Matour, les environs de Saint-Amour, ceux de Monsols.

Le type dominant à Villard est un schiste feuilleté à séricite très

fine. Le métamorphisme y développe du mica noir et isole des noyaux sériciteux sans individualité propre. On en voit de beaux exemples entre Villard et Aigueperse; c'est un type de *schistes tachetés* ou *glanduleux*.

Au contraire, à l'Est de l'auberge des Plats près Monsols, la chiastolite forme le ciment des noyaux et la montagne de Charouze est en partie formée de *schistes maclifères*.

Comparaison avec quelques régions étrangères. — Il nous reste à comparer ces résultats avec ceux qui ressortent des derniers travaux relatifs aux zones de contact.

1° Nous devons à M. Potier, communication de plusieurs échantillons des schistes de Saint-Lô, recueillis sur la feuille d'Avranches. Ils nous permettent d'affirmer l'identité absolue des schistes micacés de cette région avec ceux de Saint-Léon.

2° La bande de schistes micacés maclifères de Luzy ressemble davantage à ceux des Vosges auxquels M. Rosenbusch a récemment consacré un mémoire magistral (1). Les résultats auxquels il est arrivé, sont les suivants : les schistes modifiés par le granite de Barr-Andlau et de Hohwald reposent sur une série de gneiss et de micaschistes et sont recouverts par des grauwackes avec lentilles de marbre dévonien. Ils se composent principalement de grains de quartz, cimentés par de fines paillettes d'un mica blanc, par un peu de chlorite, et ils contiennent accessoirement du fer oligiste et un pigment charbonneux. M. Rosenbusch incline à penser que le mica blanc constitue un sédiment cristallin datant du dépôt de la roche.

A leur contact avec le granite, ces schistes subissent une métamorphose qui affecte une bande d'épaisseur variable entre 80 et 1200 mètres. Cette métamorphose, d'ailleurs progressive, peut être décomposée en trois stades principaux :

I. *Schistes glanduleux* (*Knotenthonschiefer*). Il se développe dans la roche des noyaux foncés, rarement doués d'un ciment individualisé ; le pigment charbonneux s'y concentre; le fer oligiste s'y transforme en fer oxydulé.

II. *Schistes micacés glanduleux* (*Knotenglimmerschiefer*). Les noyaux précédents augmentent de volume et se raréfient. Le mica noir apparaît aux dépens de la chlorite; il y a accessoirement de la staurotide.

III. *Pierres cornées* (*Hornfels*). Les noyaux sont résorbés; la schistosité disparaît entièrement; le mica noir devient abondant; la roche se charge de petits prismes rectangulaires d'andalousite.

(1) Die Steiger Schiefer und ihre Contactzone. Strasbourg, 1877.

Le contact avec le granite se fait brusquement, sans transition graduée, et il est extrêmement rare que le hornfels se charge de feldspath : M. Rosenbusch laisse donc volontairement de côté l'étude des apports directs de la matière granitique, dont la carrière du Châtelier nous a fourni un exemple si probant. Il insiste même sur ce fait qu'on a presque toujours pris pour du feldspath développé métamorphiquement, les cristaux d'andalousite plus ou moins décomposés qui entrent dans la composition des hornfels, des cornubianites et de certaines leptynolites.

De nombreuses analyses des *Steigerschiefer* permettent d'affirmer que leur métamorphose n'est accompagnée d'aucun changement chimique appréciable.

En terminant, M. Rosenbuch passe en revue un certain nombre de zones de contact entre les schistes et le granite, et y trouve la matière d'un grand nombre d'observations instructives qui peuvent nous permettre de généraliser quelques-uns des aperçus précédents. Pour résumer plus rapidement cette étude, nous rappellerons que nous avons déjà défini :

Les *schistes tachetés ou glanduleux* (Vieille-Font, Villard);

Les *schistes maclifères* (Luzy, Les Plats) ;

Les *schistes micacés* (Saint-Léon) ;

Les *pierres cornées ou hornfels* (Steigerschiefer);

Les *schistes micacés feldspathiques* (Le Châtelier, les Ecures).

Nous conviendrons d'appeler *cornubianite*, une variété schisteuse de hornfels, dans laquelle l'andalousite joue le même rôle que le feldspath dans les gneiss glanduleux.

3° En appliquant cette nomenclature, nous trouverons que, d'après MM. Lossen (1) et Rosenbusch, les schistes du Harz se transforment au contact du granite (Ramberg, Krebsbachthal) en *schistes glanduleux* à dipyre, puis en *schistes micacés* plus compacts que ceux de Saint-Léon.

4° La zone du Kirschberg, dans l'Erzgebirge présente dans les mêmes conditions des *schistes maclifères* à dipyre, puis des *cornubianites* à andalousite. Le passage d'une variété à l'autre se fait par développement de petits cristaux d'andalousite au sein des macles que M. Rosenbusch considère comme composées de dipyre. Il y a en outre dans les cornubianites un peu de feldspath triclinique ;

5° La leptynolite de Fougères (Ille-et-Vilaine) rappelle entièrement les *cornubianites* du Kirschberg ;

6° Les schistes métamorphiques des bords de l'Elbe (Neuhöfchen,

(1) Zeitsch. der d. geol. Gesellsch. 1866, XX, 281.

Ziegenhain, Berba) sont composés de *schistes glanduleux*, puis de *schistes micacés* compacts ;

7° Entre les vallées du Fecht et de la Laur (Haute-Alsace), M. Rosenbusch signale exclusivement des *schistes micacés glanduleux ;*

8° La zone de contact du val d'Astos (Pyrénées), successivement étudiée au point de vue pétrographique par M. Zirkel (1), et au point de vue chimique par M. C.-W.-C. Fuchs (2), ne contient pas de feldspath métamorphique, d'après M. Rosenbusch; ce sont des *cornubianites* à andalousite et à staurotide;

9° Le district des Lacs en Angleterre, étudié par M. Clifton Ward (3) présente des *schistes glanduleux*, des *schistes maclifères* à chiastolites, et enfin des *schistes micacés;*

10° La roche appelée granulite par Léonhard en Saxe, et que plusieurs géologues considèrent comme une annexe des gneiss, développe à son pourtour des phénomènes métamorphiques de contact dans les schistes qui l'entourent en forme d'ellipse : M. Rosenbusch fait ressortir que certains types de Trapp-granulite ne sont autre chose que de vrais *hornfels*. Ce fait donne à penser que la granulite de Saxe pourrait être en partie composée de roches granitoïdes éruptives.

On sait que nous avons proposé d'appliquer le nom de GRANULITE à des roches mieux définies et susceptibles d'une détermination géologique et minéralogique plus précise : pour nous, la granulite comprend les pegmatites, les granites à muscovite et les aplites des auteurs allemands; ses filons percent non seulement le granite, mais encore une partie des formations anciennes qui, en France du moins, lui sont postérieures. Nous avons volontairement négligé, dans ce qui précède, de tenir compte des minéraux métamorphiques qui nous paraissent devoir être rapportés à l'influence des nombreux filons de granulite dont les schistes micacés se montrent criblés dans certaines régions. C'est principalement la tourmaline et le mica blanc. peut-être la staurotide, que nous rapportons à l'influence de la granulite.

Pour la tourmaline notamment, il ne peut être question d'un métamorphisme sans apport chimique; le fluor et surtout le bore n'existent pas normalement dans les schistes non transformés. Les canaux par lesquels cet apport s'est effectué, nous paraissent être les

(1) Beiträge zur geol. Kentniss der Pyrenäen. Zeitsch. der d. geol. Gesellsch. XIX, 1867.

(2) Die alten Sedimentformationen und ihre Metamorphose in den Französischen Pyrenäen. Neues Jahrb. 1870.

(3) Quart. Journ., geol. soc., 1875, XXXI, 588 et 1876, XXXII, 1.

filons de granulite ou de quartz contemporain; car ces filons eux-mêmes sont souvent riches en tourmaline.

Les exemples de schistes micacés tourmalinifères sont nombreux; ainsi la zone du Kirschberg en Saxe présente beaucoup de mica blanc et de tourmaline; les schistes micacés du district des lacs en Angleterre, sont chargés de petits cristaux de tourmaline; M. Rosenbusch rapproche des schörlschiefer d'Auersberg près Eibenstock, les hornfels à tourmaline de Bellevue en Alsace. Les schistes du val d'Astos montrent une association de tourmaline et de staurotide.

Mais le développement de ces minéraux n'est pas particulier aux zones de contact des schistes micacés et du granite : ainsi M. Fouqué a découvert dans le Cantal de beaux exemples de micaschistes extraordinairement tourmalinifères au contact d'une masse de granulite; M. Kalkowsky a signalé les nombreux petits cristaux de tourmaline et de staurotide qui fourmillent dans les schistes ardoisiers siluriens; M. Renard a fait la même découverte dans le coticule des Ardennes.

Dans une étude toute récente sur le granite d'Albany (New-Hampshire), M. Hawes (1) a signalé l'abondance des veines et filonnets de tourmaline au contact de ce granite et des schistes voisins; nous devons ajouter que sa description nous montre l'Albany-granite comme postérieur à d'autres granites voisins et passant, le long de sa zone de contact à la micro-granulite et même à la micro-pegmatite.

En somme, le caractère le plus général du métamorphisme de contact, développé dans les schistes micacés par les grandes masses de granite, est la remise en mouvement du quartz et le développement du mica noir.

Les apports feldspathiques, jadis considérés comme fréquents, ont été récemment mis en doute à la suite des études approfondies de M. Rosenbusch, qui a démontré que de nombreux exemples de feldspath métamorphique précédemment cités sont le plus souvent à rapporter à l'andalousite.

Cependant M. Rosenbusch lui-même cite quelques cas indubitables où les hornfels se chargent de lamelles de feldspath triclinique; M. Cohen en a rapporté quelques exemples du cap de Bonne-Espérance.

A ce point de vue, les schistes de Saint-Léon nous ont fourni des matériaux originaux, d'une netteté qui ne laisse rien à désirer, et leur étude nous a permis de spécifier le mode de développement du

(1) *The American journal of Science*, 1881.

feldspath dans les schistes micacés; il y a alors réellement injection d'une roche éruptive dans un schiste déjà métamorphique, et nous pensons que cette double transformation peut être fructueusement comparée, par la structure complexe de la roche à laquelle elle donne naissance, au mode de production encore si obscur des roches gneissiques.

M. Jannettaz fait la communication suivante :

Mémoire sur les connexions de la **propagation de la chaleur** *avec leurs différents* **clivages** *et avec les* **mouvements du sol** *qui les ont produits*,

Par M. **Edouard Jannettaz.**

Dans les mémoires que j'ai déjà publiés sur ce sujet ou sur les questions qui s'y rattachent, j'ai montré que les roches dites *schisteuses* conduisent mieux la chaleur dans les directions parallèles que dans la direction perpendiculaire à leur plan de schistosité (1) ; que la stratification est par elle-même sans influence sur la variation de la conductibilité calorifique des roches (2).

Je me propose aujourd'hui de discuter les différentes causes auxquelles on peut être tenté d'attribuer cette variation de la conductibilité thermique, puis de montrer les services que ce phénomène peut rendre pour l'étude des mouvements du sol.

§ 1. — *Rapports de la conductibitité calorifique avec les clivages des roches, et particulièrement avec le longrain.*

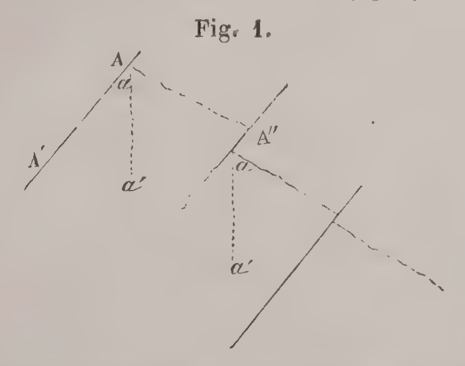
Dans un assez grand nombre de phyllades et de schistes argileux, on peut observer plusieurs directions planes de clivage facile.

A Angers, dans la carrière découverte des Petits-Carreaux, on a en face de soi le plan de la schistosité des phyllades ; c'est de ce plan qu'on profite tout d'abord pour l'abattage de la roche. En outre, celle-ci se trouve naturellement divisée en tronçons de prismes par deux systèmes de fentes à peu près perpendiculaires au plan de schistosité, inclinés l'un sur l'autre de 100° à 125°. Grâce à ces différentes directions planes de séparation facile, on extrait aisément des blocs en forme de prismes, dont la schistosité fournit les bases et dont les fentes naturelles forment les pans. Des deux systèmes de fentes il y en a un qui l'emporte généralement sur l'autre en régularité, comme en netteté. Ensemble, ils constituent les *joints* des car-

(1) *Bulletin Soc. géol.* 3e série, t. II, p. 264.
(2) Id. id. t. III, p. 503.

riers, *diaclases* de M. Daubrée. Ce n'est pas tout, les ardoises possèdent encore à Angers, comme dans l'Ardenne, à Rimogne, etc., une autre direction plane de séparation facile. Celle-ci n'est pas discernable pour un œil peu exercé. Les ouvriers qui débitent les ardoises en feuillets savent en reconnaître la trace sur le plan de schistosité, où elle semble quelquefois indiquée par des alignements de cristaux de pyrite. En somme, le longrain est un plan de clivage perpendiculaire à celui de la schistosité. A Angers, il est en général parallèle à la bissectrice de l'angle obtus des diaclases (fig. 1).

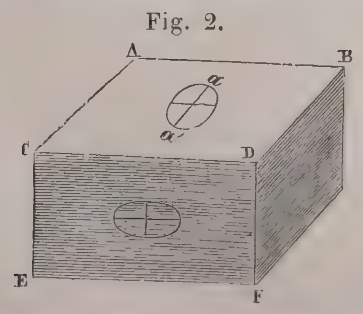
Fig. 1.



AA', AA'', traces des diaclases; *aa'*, trace du longrain sur le plande schistosité.

Ce qui caractérise le longrain, c'est qu'il passe par un point quelconque de la roche, comme il arrive pour le clivage proprement dit dans les minéraux, pour la vraie schistosité dans les roches. Comme la vraie schistosité, il garde sa direction sur une étendue énorme; comme elle enfin, il peut être trouvé facilement à l'aide des courbes isothermiques (fig. 2). Sur le plan CDEF perpendiculaire aux feuil-

Fig. 2.



lets, l'ellipse a son grand axe parallèle à la direction CD, celle de la schistosité; sur le plan ABCD, la courbe isothermique est allongée suivant le longrain *aa'*.

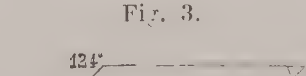
Dans une note antérieure (1), j'ai déjà signalé ce parallélisme du grand axe de ces courbes et de la direction du longrain sur le plan de la schistosité dans l'ardoise de Fumay ; le rapport des axes y variait de 1,06 à 1,08. Sur un fragment de phyllade, qui a été scié dans un bloc de Rimogne (Ardennes), et qu'on voit exposé à l'entrée de la galerie de minéralogie et de géologie au Muséum d'histoire naturelle, M. de la Houssaye, le donateur, avait marqué, à la demande de M. Daubrée, la direction du longrain. Le grand axe de la courbe isothermique vaut ici 1, 2, en prenant le petit pour unité.

Sur un feuillet de clivage d'un phyllade gris-verdâtre, provenant de Génos (Haute-Garonne), le rapport des axes d'une courbe analogue est 1, 1 ; le grand axe y est, comme toujours, parallèle à un plan de séparation plus facile.

De ces faits on doit conclure que le plan du *longrain* des ardoisiers de l'Ardenne, appelé ailleurs le *long*, et celui de la schistosité se comportent comme les plans de clivage des minéraux, soit au point de vue d'une division plus facile, soit au point de vue du pouvoir de propager plus facilement la chaleur.

Tous les fragments de schiste à forme rhomboïdale que j'ai pu essayer m'ont présenté le même fait (fig. 3). Sur un de ces morceaux

Fig. 3.



dont je ne connais pas la localité, j'ai produit une courbe dont le grand axe est parallèle à la bissectrice de l'angle aigu du parallélogramme qui en limite le contour. Sur une table de même forme d'un schiste argileux provenant de Rougé (Loire-Inférieure), le grand axe est très voisin de la bissectrice aiguë, et le rhomboïde se divise avec une grande facilité suivant cette direction.

Dans des schistes rhomboïdaux d'Ancenis, qui proviennent du Culm (schistes à lamellibranches du Carbonifère le plus inférieur, d'après la détermination de M. Bureau) sur le plan de schistosité, on peut obtenir une ellipse dont l'excentricité est 1,066.

Lors d'une excursion aux environs de Mayenne, à une lieue environ de cette ville, sur la route d'Oisseau, j'ai rencontré dans des anfractuosités d'un talus qui borde la route, des schistes adossés à

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. IV, p. 819, et t. V, p. 416.

un granite qui se désagrège facilement. L'âge de ces roches n'est pas encore déterminé. Elles se rapprochent minéralogiquement des schistes du Carbonifère d'Ancenis. Ces schistes sont brisés en morceaux qu'on pourrait presque appeler des miettes. Il serait difficile d'assigner une forme commune à ces fragments ; les uns ont quatre pans, les autres en ont cinq, quelques-uns en ont six. Deux d'entre eux, de formes différentes, mais dont j'avais orienté les contours relativement à une direction repérée, ont été essayés sur le plan de schistosité. Au moyen de la graisse d'abord fondue, puis abandonnée au refroidissement autour d'un point échauffé par mon appareil (1), j'y ai produit des courbes isothermiques, dont le grand axe avait une position constante, et dont l'excentricité variait de 1,08 à 1,12. Dans une de ces plaques le grand axe est parallèle à des lignes très fines, qui ressemblent à des ébauches de fissures parallèles.

Je citerai comme dernier exemple le phyllade du Silurien moyen de Vitré (Ille-et-Vilaine), où le plan de schistosité donne une ellipse à excentricité presque aussi grande que celle qu'on obtient sur le plan perpendiculaire. Le rapport des axes y est d'environ 1,4 sur le dernier, et de 1,37 sur le plan de la schistosité même.

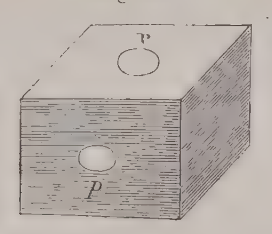
En terminant ce paragraphe, je dirai que la plupart des échantillons de schistes dits rhomboïdaux m'ont offert un grand axe parallèle à la bissectrice aiguë de leurs côtés (schistes parallélogrammiques d'Oisseau, de Vitré, de Rougé (Loire-Inférieure), de Renazé, etc., et quelques autres sans localité connue ; je dois faire remarquer cependant qu'à Angers, le grand axe est parallèle à la bissectrice de l'angle obtus du parallélogramme ; que dans un ou deux échantillons d'Oisseau il est parallèle à un des côtés du parallélogramme produit par des fentes naturelles. Quoi qu'il en soit de sa position par rapport aux fentes, le grand axe de l'ellipse isothermique est toujours et invariablement parallèle au longrain de la roche, c'est-à-dire à sa direction de plus facile clivage. Je crois pouvoir donner par extension le nom général de *longrain* à cette direction. Il n'y a pas de raison pour en chercher un autre. Si les roches où il existe méritaient une exploitation, les ouvriers donneraient sans aucun doute un nom analogue à cette direction de fissilité, qu'ils mettraient bien vite à profit.

Les prismes rhomboïdaux de houille offrent des phénomènes analogues. Le grand axe des courbes est ordinairement parallèle à la bissectrice de l'angle aigu de ces prismes. La figure 4 montre un morceau de houille formé de feuilles de Cordaïtes, provenant de

(1) *Ann. ch. et phys.*, t. XXIX, 14e série, p. 25.

Saint-Etienne, et que je dois à l'obligeance de M. Renault. Sur le plan de stratification P, la courbe isothermique est une ellipse, comme sur le plan *p*, perpendiculaire aux couches.

Fig. 4.



§. 2. *Relation de la structure fibreuse et de la conductibilité thermique.*

Il semble qu'une roche qui présente ainsi deux clivages perpendiculaires l'un à l'autre doit être divisée en fibres. C'est ce qu'on observe dans les schistes de Vitré, où l'ellipse isothermique présente à peu près la même excentricité dans deux directions planes rectangulaires entre elles. Mais il n'est pas indispensable que les éléments de la roche soient alignés les uns parallèlement aux autres, pour qu'elle possède sur le plan de schistosité une direction où elle conduise la chaleur avec une facilité plus grande. Dans les phyllades d'Angers, dans ceux d'Ancenis, les éléments qui constituent la roche ont la forme aciculaire, mais ils montrent toutes les orientations possibles sur le plan de clivage facile ou de schistosité.

J'ai prouvé (1) que les minéraux à texture fibreuse ou lamellaire ne conduisent pas mieux la chaleur dans la direction des fibres ou des lamelles, que s'ils ne présentaient pas cette disposition de leurs parties. Je rappelle en passant que la galène striée, que la fluorine fibreuse donnent uniquement des cercles pour courbes isothermiques ; que ces courbes sont les mêmes pour l'hématite rouge (fer oligiste fibreux) et pour le fer oligiste de l'île d'Elbe (cristaux à masse indivise). Les cristaux de pyroxène fibreux conduisent aussi la chaleur absolument comme ceux à cassure vitreuse. J'ai voulu approfondir cette question.

J'y étais invité par le rapprochement que des auteurs de fort estimables traités de Physique ont cru devoir faire de mes expériences sur les roches, et de celles de de Candolle et de la Rive sur le bois. Dans mes précédents mémoires j'ai le premier établi ce parallèle ; mais, de ce que la chaleur passe mieux suivant les fibres dans le bois et dans les roches, il ne faut pas conclure que la loi découverte par

(1) *Bul. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 499, et t. VI, p. 203.

de Candolle dans le bois était un précédent pour celle que j'ai observée dans les roches; car, la structure fibreuse a des origines très différentes pour ces deux sortes de matières.

J'en citerai comme premier argument, le résultat d'observations que j'ai tentées sur le pouvoir conducteur des fibres musculaires, avec l'assistance bienveillante de M. le Dr Blanchard, dans le laboratoire et sur les indications de M. Paul Bert, à la Faculté des sciences.

M. le Dr Blanchard a mis à nu le muscle couturier d'un chien, l'a dépouillé de son enveloppe. J'ai enduit le muscle de graisse ; je l'ai fait traverser dans le milieu de sa largeur par une tige métallique recourbée, munie d'écrans et chauffée à une de ses extrémités par une lampe à esprit de vin. Il s'est produit une courbe isothermique à peu près circulaire, qui tendait vers une ellipse à grand axe transversal par rapport aux fibres musculaires. Le muscle était tendu pendant cette opération. Une fois coupé, le muscle s'est retiré sur lui-même. L'ellipse est devenue très aplatie ; le grand axe en était parallèle aux stries, perpendiculaire aux fibres ; ce qui me porte à croire que la densité moléculaire du muscle après sa rétraction, était plus grande suivant la direction de ses stries, que suivant celle de ses fibres. Cette observation prouve déjà que la direction des fibres n'est pas partout celle de la plus facile propagation de la chaleur.

En outre, les fibres végétales ne doivent pas leur action à leur texture fibreuse; j'en ai acquis la preuve par les expériences suivantes :

J'ai fait tailler en plaques et soumis à mon appareil des morceaux de bois vert ou desséché de différentes essences, et des morceaux des mêmes bois carbonisés à des températures variables, que M. Ch. Cloez a pu faire préparer pour moi à la poudrière de Sevran-Livry.

Tableau indiquant les excentricités des ellipses obtenues sur des plaques de bois ou de charbons parallèles aux fibres et à l'axe de la plante.

Bois de	Température	Rapport des axes des ellipses isothermiques.
Bourdaine frais	Ordinaire	1,662
—	150°	1,573
—	300°	1,17
Aulne frais	Ordinaire	1,7
Aulne sec	id.	1,68
—	150°	1,45
—	250°	1,1

Voici d'autres exemples :

Sur une plaque de chêne du Nord taillée parallèlement aux fibres et bien sèche, l'ellipse isothermique est caractérisée par le rapport de

ses axes 1,47 ; sur un morceau de charbon du même bois obtenu à environ 400°, le rapport des axes de la courbe n'est plus que de 1,243; enfin, ce rapport n'est que de 1,09 sur une plaque du même morceau ayant la même direction, mais soumise au rouge sombre pendant plus de deux heures à l'action d'un courant de chlore sec.

Dans le sapin même bien sec, coupé depuis plusieurs années, l'ellipse est fort allongée; le rapport des axes y est de 1,95. Un morceau de sapin soumis pendant plusieurs heures en vase clos à une température d'au moins 1200° a perdu presque complètement la faculté de conduire beaucoup plus facilement la chaleur dans la direction de ses fibres; l'ellipse y est devenue presque circulaire; le rapport des axes ne dépasse pas 1,06.

En résumé, si les fibres du bois conduisent mieux la chaleur suivant leur longueur que dans la direction transversale, cela tient à une propriété organique, toujours en relation avec un clivage plus facile et une élasticité plus grande ; le charbon de bois, qui a perdu presque complètement sa structure organique, perd aussi cette propriété des fibres qui le composent.

Ce que ces recherches mettent en évidence, c'est que dans le bois, comme dans les cristaux et les roches, la direction du maximum d'élasticité coïncide avec celle de la plus facile propagation du flux calorifique. Les cristaux tendent à devenir fibreux, à s'allonger dans la direction de leur plus grande élasticité; ils tendent à se grouper suivant les faces où ils conduisent le mieux la chaleur. Telle est la loi générale que j'ai déduite de l'ensemble de mes expériences.

De plus, l'observation directe montre encore que la texture fibreuse n'est pas dans les roches la cause première des variations de la conductibilité thermique.

En effet, lorsqu'on examine au microscope, surtout en lumière polarisée parallèle, des sections minces des roches schisteuses, on voit que sur les sections perpendiculaires au plan de la schistosité, il y a une orientation bien nette des éléments constituants. Ceux qui sont sensibles à la lumière polarisée s'éteignent souvent ensemble pour une même direction de la plaque. C'est ce qu'il est aisé de constater dans les phyllades d'Angers ou de Fumay. Les cristaux aciculaires de la roche d'Angers s'éteignent ainsi, et la ligne d'extinction commune est parallèle à leur longueur.

Examinons maintenant des lames minces de ces roches, parallèles au plan de schistosité.

Sur des lames d'ardoise ou phyllade de Fumay, on remarque un parallélisme très sensible des cristaux aciculaires biréfringents, qui

forment l'élément principal de la roche. Ils sont orientés parallèlement au longrain. Dans le schiste de Vitré, les éléments se divisent en deux groupes au point de vue de leur orientation, et pourtant sur ce plan le rapport des axes diffère peu de celui qu'on observe sur le plan perpendiculaire.

Dans les schistes d'Ancenis, et surtout dans ceux d'Angers, on observe des extinctions d'aiguilles cristallines dans tous les azimuts autour de l'axe optique du microscope ; ces roches présentent néanmoins un longrain fort net; les aiguilles s'éteignent dans la direction de leur longueur; enfin, le phyllade gris, luisant, à pâte fine, de Génos (Haute-Garonne), offre très peu de ces aiguilles cristallines biréfringentes, et celles-ci ont toutes les orientations possibles.

Ce petit nombre d'exemples permet déjà de constater que le longrain existe dans les roches où les élements sont orientés, comme dans celle où il n'y a pas d'orientation de ces éléments. Ce n'est donc pas seulement à l'orientation des éléments cristallisés de la roche qu'il faut attribuer les variations de sa conductibilité pour la chaleur. Et d'ailleurs pourquoi ces éléments disposés parallèlement les uns aux autres sur le plan de schistosité dans les ardoises de Fumay n'y donneraient-ils pas lieu à des excentricités aussi considérables que sur le plan perpendiculaire ? Or, sur ce dernier, à Fumay, comme à Génos, l'excentricité atteint 1,9, et sur le plan de schistosité, elle parvient au plus à 1,2. Donc, il faut chercher ailleurs que dans l'orientation des éléments doués d'une conductibilité calorifique considérable la cause de la variation de cette conductibilité dans les différentes directions.

Examinons maintenant une autre cause possible de cette variation : le retrait des roches.

§ 3. *Influence du retrait sur la conductibilité calorifique dans les roches.*

Le retrait n'offre aucune explication acceptable des variations de cette conductibilité. J'ai commencé une série d'expériences à cet égard. Je puis citer aujourd'hui des observations directes sur des marnes humides abandonnées depuis longtemps à une dessiccation spontanée dans un large bocal. Il s'est produit des fentes dans la masse de la matière; en développant des courbes isothermiques à la surface de la marne desséchée, on constate que leurs grands axes sont perpendiculaires aux fentes ; or, les roches schisteuses présentent le phénomène inverse (fig. 5).

Dans un autre bocal circulaire de 0^m, 17 de diamètre, j'ai laissé de l'argile délayée dans de l'eau se dessécher d'elle-même ; quinze jours après, il s'est produit des fentes ; un bloc pentagonal à peu près ré-

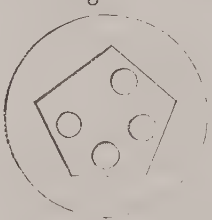
gulier s'est détaché de la masse. Le diamètre du pentagone est d'environ 0^m, 11 ; les fentes presque perpendiculaires, à surface déchi-

Fig. 5.



quetée, ont 0^m, 15 de large dans leur partie supérieure, 0^m, 12 dans leur partie inférieure ; elles ont déchiré le bloc d'argile dans toute sa hauteur, qui est d'environ 0^m, 025. Les courbes isothermiques sur les bords, comme au centre du bloc, sont toutes circulaires (fig. 6).

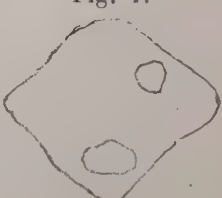
Fig. 6.



Dans un troisième vase, celui-ci rectangulaire et de plus grandes dimensions, j'ai placé aussi de l'argile très régulièrement délayée avec de l'eau ; il s'y est produit également des retraits ; des fentes larges de 0^m, 006, profondes de 0^m,007, séparent de la région extérieure celle du milieu sous la forme d'un gâteau presque circulaire ; au contact des parois du vase règne aussi une fente assez large ; partout les courbes isothermiques sont circulaires.

Une marnolithe grise cloisonnée, naturelle, renfermant des veines de calcaire cristallin, jaune, et provenant de la collection de Drée, donne des courbes irrégulières qui s'allongent auprès des bords de l'échantillon (fig. 7).

Fig. 7.



Sur une section droite d'un prisme de basalte triangulaire, j'ai formé aussi en certains points des ellipses, dont le grand axe est perpendiculaire aux côtés (fig. 8).

Fig. 8.



Il en a été de même sur la section droite pentagonale d'un trachyte des Antilles; trois courbes voisines des bords avaient leur grand axe égal à 1.06, 1.05, 1.03 en prenant le petit pour unité.

Dans tous ces échantillons, la région du milieu ne donne que des cercles.

Les cas que j'ai pu étudier jusqu'ici me permettent de dire que le retrait a une *influence peu considérable à cause de la petitesse de l'aire à laquelle il s'étend, et une influence précisément contraire à celle dont les roches schisteuses conservent l'empreinte. Le verre trempé m'avait déjà fourni* (1) *des indices anticipés de l'action du retrait.*

§ 4. *Influence de la pression sur les variations de la conductibilité thermique.*

En résumé, tout ce qui précède prouve : 1° que, sous la forme fibreuse, les matières minérales ne conduisent pas mieux la chaleur que sous une autre forme; mais que le plus souvent elles sont fibreuses par suite d'un allongement dans la direction où elles conduisent le mieux la chaleur; 2° que le retrait a une influence souvent nulle, quelquefois appréciable au moyen de courbes isothermiques, mais de sens inverse à celle de la schistosité; car, les courbes isothermiques produites par le retrait, sont allongées perpendiculairement aux fentes, ou surfaces de séparation auxquelles il donne lieu, tandis que sur la tranche des roches schisteuses, le grand axe des courbes est parallèle au plan de schistosité.

Il faut donc chercher une autre origine de la schistosité.

Cette origine, c'est la pression, comme l'ont démontré les expériences de MM. Sorby, Tyndall, en Angleterre, et de M. Daubrée, en France.

On sait que les argiles rendues schisteuses par pression se comportent vis-à-vis de la chaleur comme les schistes argileux (2).

(1) *Bul. Soc. Géol.*, 3e série, t. IV, p. 128.
(2) *Bul. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 504.

La pression qui a produit la schistosité a pu avoir elle-même pour causes premières : 1° le poids des masses superposées à la roche pressée ; 2° les mouvements du sol. L'action du poids des masses supérieures qui écrasait les roches sous-jacentes est simple et facile à concevoir. Celle qui est due aux mouvements du sol est plus complexe. En certains points, les roches soumises à des mouvements ont été comprimées ; sur d'autres points elles ont été tiraillées. *Les fentes qui résultent de la traction et la fissilité que détermine la pression se trouvent avoir la même direction dans les roches en selle.* Car sur les flancs de la voûte il y a eu pression et développement d'une fissilité perpendiculaire à cette pression ; au sommet de cette voûte il y a eu traction et division en sortes de voussoirs perpendiculaires à cette traction. Ceci ne peut être net que dans le cas où les selles ont un faible rayon de courbure. J'en ai cherché longtemps un exemple.

Mon collègue et ami, M. Œhlert, a bien voulu m'en faire connaître un des plus intéressants que fournit la rue du Préau-Sainte-Catherine, à Laval. Quand on regarde la rue d'Ernée, on observe à sa gauche une voûte formée par des schistes carbonifères, à sa droite des bancs qui plongent vers le Sud (fig. 9), la stratification en est

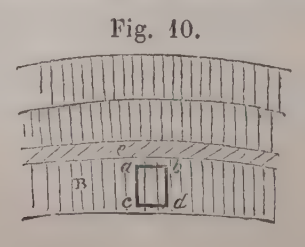
Fig. 9.

parallèle à ce plongement.

En A il y a eu pression ; la roche est devenu schisteuse parallèlement à sa stratification.

En B, la roche est divisée en plaquettes verticales ; forcée de se courber en arc, elle s'est divisée au sommet de la voûte en plaques minces. On observe en ce point plusieurs couches superposées presque horizontales ; entre deux d'entre elles, on en voit une *e* très étroite dont les morceaux ont une direction oblique (fig. 10).

Fig. 10.



J'ai d'abord analysé chimiquement un fragment *abcd* de cette roche. Elle diffère peu à ce point de vue des schistes argileux du Culm dans le Harz; elle est composé de : silice 59,58; alumine 16,95; oxyde de fer 7,27; magnésie 2,8; chaux 2,43; potasse 1,6; soude 1,9; eau 5,46; acide carbonique 2,1. La densité en est de 2,67; elle est facilement fusible au chalumeau en globule presque transparent mais verdâtre. La couleur en varie du gris au jaune clair; elle est complètement décolorée par calcination. L'acide chlorhydrique en dissout 8 0/0. Elle est complètement attaquable par l'acide sulfurique concentré, bouillant. Elle n'a pas l'aspect schisteux; mais si on forme une courbe isothermique sur une section parallèle à *abcd*, par conséquent perpendiculaire à la schistosité générale des couches qu'on voit distinctement en B (fig. 9), on obtient une ellipse dont le grand axe est parallèle à *ac*, le petit l'étant par suite à *ab*. L'excentricité de cette courbe est assez considérable; elle atteint 1,58.

Au microscope, en lumière parallèle, les éléments essentiels apparaissent tous cristallins. Au grossissement de 600, quelques-uns allongés suivant la direction *ac* de la schistosité, sont des fibres fines, distantes d'au plus 1 millième de millimètre, qui s'éteignent parallèlement à leur longue dimension, et qui semblent se continuer d'une extrémité à l'autre de la plaque. Ces fibres n'entrent évidemment que pour une proportion assez faible, 1/10 au plus, dans la composition de la roche. Entre ces espèces de filaments sont dispersés sans aucun ordre les autres éléments, qui se ressemblent assez pour qu'on puisse les regarder comme appartenant à une même espèce minérale. Ce sont de petits cristaux, à contours quelquefois réguliers, offrant alors, mais rarement, ici une section hexagonale avec des angles de 120°, là un contour presque rectangulaire, plus souvent enchevêtrés les uns dans les autres, ou groupés en masses dont le contour n'a plus rien de rectiligne. Les hexagones s'éteignent suivant un de leurs côtés, les fibres plus ou moins rectilignes à des distances angulaires variables, tantôt à 10°, tantôt à 30°, ou même à 45° de leur plus longue dimension. Elles sont d'ailleurs elles-mêmes le plus souvent des groupements de fibrilles qui ne sont pas parallèles entre elles.

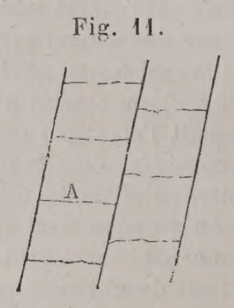
Je ne puis rapporter ces petits éléments cristallins au mica, lequel d'habitude repose par une de ses bases sur le plan de clivage des schistes dont il fait partie. La teneur en silice de la roche (environ 60 0/0) force aussi à chercher autre chose; car on ne distingue au microscope, en dehors des éléments indiqués plus haut, que de très petits cristaux de feldspath disséminés çà et là dans les lames minces, qu'elles soient parallèles ou perpendiculaires à la schistosité. Si on retranche de 4 à 5 0/0 de carbonates, la proportion de la

silice et de l'alumine s'élève un peu. On reconnaît précisément la composition chimique de la pyrophyllite. Cette matière est disposée en membranes verticales perpendiculaires aux bancs.

Pour la démonstration du sujet de ce mémoire, j'appellerai particulièrement l'attention sur ce fait, que les éléments tous cristallisés ont en majeure partie des directions quelconques. Ceux qui sont alignés suivant la schistosité sont probablement des fibres d'un mica magnésien; mais ils n'ont pas un rôle important.

En A (fig. 9 et 11), on rencontre une roche fort semblable à celle

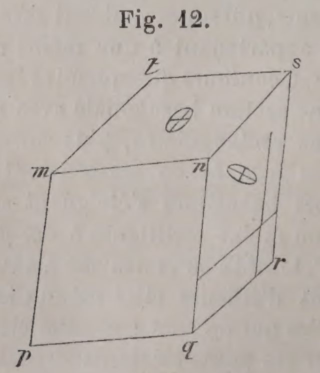
Fig. 11.



de B, divisée pour ainsi dire en tronçons par deux systèmes de fentes qui appartiennent aux *joints* ou *diaclases* de M. Daubrée.

Soit un de ces tronçons (fig. 12) *mnpqrst*. La face *mnpq*, parallèle

Fig. 12.



à un des systèmes de fentes, est située vis-à-vis de l'observateur. La face *mtsn* est parallèle à l'autre système; elle fait un angle de 110° à 120° avec la première; la face *nsqr*, presque verticale, est le plan de stratification et de schistosité générales : elle est à peu près perpendiculaire aux deux autres faces. Sur le plan *mtsn*, l'ellipse isothermique a un grand axe 1, 1, parallèle au plan de schis-

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1881

Président : M. Fischer.

Vice-Présidents.

M. Douvillé. | M. Gosselet. | M. Hébert. | M. Danglure.

Secrétaires.

M. Bertrand, pour la France.
M. Vasseur, pour l'Étranger.

Vice-Secrétaires.

M. L. Carez.
M. Monthiers.

Trésorier : M. Delaire.

Archiviste : M. Ferrand de Missol.

Membres du Conseil.

M. Alb. Gaudry.
M. Brocchi.
M. Delesse.
M. Sauvage.

M. de Roys.
M. Chaper.
M. Daubrée.
M. Vélain.

M. Bioche.
M. Pomel.
M. de Lapparent.
M. Cotteau.

Commissions.

Bulletin : MM. Delesse, Brocchi, Bioche, Douvillé, de Lapparent.
Mémoires : MM. Daubrée, Fischer, Gaudry.
Comptabilité : MM. Pellat, Jannettaz, Parran.
Archives : MM. Moreau, Bioche, Schlumberger.

Table des articles contenus dans les feuilles 10-13 (1880-1881).

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1re *série* (1830-1843) est composée de 14 vol., qui, pris séparémeut, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Le t. I, épuisé.			Les t. X et XI chacun .	5 fr.	8 fr.
Le t. II..............	20 fr.	28 fr.	Le t. XII............	20	28
Le t. III..............	30	40	Le t. XIII............	30	40
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIV............	5	8
Les t. VII, VIII et IX .	10	16			

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I, II, III et IV épuisés.			Le t. XX.............	20 fr.	40 fr.
Le t. V...............	20 fr.	40 fr.	Les t. XXI à XXVII, ch.	10	30
Les t. VI à XVIII, chac.	10	30	Le t. XXVIII..........	5	30
Le t. XIX.............	30	50	Le t. XXIX...........	10	30

Table des XX premiers volumes de la 2e série. { Prix, pour les Membres : 4 fr. — pour le public..... 7 }

La 3e *série* (1873-1878) est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I à VI, chacun..	10 fr.	30 fr.	Le t. VII..............	»	30 fr.

Mémoires. 1re *série*, 5 vol. in-4° (1833-1843). Le prix (moins le t. I *épuisé*) est de 88 fr. pour les Membres, de 140 fr. pour le public. La 2e partie du t. II, la 1re du t. III, la 2e du t. IV et la 2e du t. V *ne se vendent pas séparément.* Le prix de la 1re partie du t. II, et la 2e du t. III est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. Celui de la 1re partie des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2e *série*, 10 vol. in-4° (1844-1877). Le prix (moins la 1re partie du t. I *épuisée*) est de 200 fr. pour les Membres, de 350 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re et 2e part., *ne se vendent pas séparément.* Le prix des demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. Les t. VII à X se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. VII. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.	T. IX. — Mémoire n° 3	5 fr.	10 fr.
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 4	4	8
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 5	7	12
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 2	6	11	Mémoire n° 2	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 3	6 50	12
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 4	12	30
Mémoire n° 2	1 50	2 50			

3e *série*, en cours de publication (1877-81).

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. I. — Mémoire n° 1	3 fr.	8 fr.	T. I. — Mémoire n° 3	8 fr.	20 fr.
— Mémoire n° 2	5	12	— Mémoire n° 4	3	6
			— Mémoire n° 5	5	10

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Collection, moins le t. Ier qui est épuisé...........	60 fr.	80 fr.	Tome II, Ire partie, ne se vend pas séparément.		
Tome I, épuisé.			Tome II, 2e partie.....	8 fr.	15 fr.
			Tomes III à VIII, chac.	5	8

F. AUREAU. — IMPRIMERIE DE LAGNY.